Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

CONSUMO DI SUOLO, DINAMICHE TERRITORIALI E SERVIZI ECOSISTEMICI EDIZIONE 2025

Delibera del Consiglio SNPA n. 297/2025 del 22.10.2025

REPORT DI SISTEMA
SNPA | **46** 2025

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

CONSUMO DI SUOLO, DINAMICHE TERRITORIALI E SERVIZI ECOSISTEMICI EDIZIONE 2025

Delibera del Consiglio SNPA n. 297/2025 del 22.10.2025

REPORT DI SISTEMA SNPA | **46** 2025

ISBN 978-88-448-1279-9 | Roma, ottobre 2025

Il Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della legge 28 giugno 2016, n. 132 di "Istituzione del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente e disciplina dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale" (ISPRA).
Il SNPA è composto dall'ISPRA, ente pubblico nazionale di ricerca che ne coordina le attività, e dalle agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano.
Attraverso la cooperazione a rete, il Sistema lavora per raggiungere prestazioni tecniche ambientali uniformi sull'intero territorio nazionale, a vantaggio della tutela dell'ambiente e a beneficio della popolazione, dell'attività delle imprese e del sistema pubblico in generale. Le prestazioni tecniche riguardano le attività ispettive e di controllo ambientale, il monitoraggio dello stato dell'ambiente, il controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, il supporto alle attività in campo ambientale dello Stato, delle Regioni e degli enti locali, la ricerca finalizzata a tali scopi nonché la raccolta, l'organizzazione e la diffusione dei dati e delle informazioni ambientali che sono riferimenti ufficiali dell'attività di tutta la pubblica amministrazione.
Il Sistema produce documenti tecnici quali Report ambientali SNPA, Linee guida SNPA, Pubblicazioni tecniche SNPA e pareri vincolanti in base alla legge. Organo deliberativo del Sistema è, ai sensi dell'art. 13 della legge n. 132/2016, il Consiglio del Sistema Nazionale, presieduto dal Presidente dell'ISPRA e composto dai rappresentanti legali delle agenzie e dal Direttore generale dell'Istituto.
Le persone che agiscono per conto delle componenti del Sistema non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in queste pubblicazioni.

Citare questo documento come segue:
SNPA, Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2025, Report ambientali SNPA, 46/2025

La collana Report ambientali SNPA include raccolte sistematiche e periodiche di dati e/o informazioni ambientali, anche in chiave evolutiva, su tematiche di rilievo nazionale e per la diffusione al pubblico.

ISBN 978-88-448-1279-9
© Report ambientali SNPA, 46/2025
Roma, 24 ottobre 2025

Riproduzione autorizzata citando la fonte.

Coordinamento della pubblicazione online:
Grafica di copertina: Elena Porrazzo – ISPRA
Foto di copertina: "Art. 9: la Repubblica tutela il paesaggio" – Gainago di Torrile (Parma), 2 maggio 2025. Foto di Fabio Orlandini

Abstract
Il Rapporto, insieme alla cartografia e alle banche dati di indicatori allegati, fornisce il quadro aggiornato dei processi di urbanizzazione, artificializzazione e trasformazione del territorio, permettendo di valutare il consumo e degrado del suolo e il loro impatto sul paesaggio e sui servizi ecosistemici.

The Report, with the annexed maps and indicators databases, analyses urbanization, artificialization and land use/cover changes in Italy; assesses land take and land degradation and their impact on landscape and soil ecosystem services.

Parole chiave: *Land Consumption/Land Take, Soil Sealing, Land Cover, Land Use, Land Degradation, Soil Ecosystem Services.*

Curatore
Michele Munafò (ISPRA)

Autori
Membri della rete tematica per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA): Ines Marinosci (ISPRA), Giovanni Desiderio (ARPA Abruzzo), Gaetano Caricato (ARPA Basilicata), Luigi Dattola (ARPA Calabria), Gianluca Ragone (ARPA Campania), Monica Carati (ARPAE Emilia Romagna), Claudia Meloni (ARPA Friuli Venezia Giulia), Elena Trappolini (ARPA Lazio), Monica Lazzari (ARPA Liguria), Dario Bellingeri (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli (ARPA Marche), Emiliano Vitale (ARPA Molise), Patrizia Lavarra (ARPA Puglia), Fulvio Raviola (ARPA Piemonte), Elisabetta Benedetti (ARPA Sardegna), Domenico Galvano (ARPA Sicilia), Cinzia Licciardello (ARPA Toscana), Raffaella Canepel (Provincia di Trento), Luca Tamburi (ARPA Umbria), Federico Grosso (ARPA Valle d'Aosta), Ialina Vinci (ARPA Veneto). Giulia Cecili, Luca Congedo, Marco d'Antona, Paolo De Fioravante, Pasquale Dichicco, Marco Di Leginio, Chiara Giuliani, Lorella Mariani, Annalisa Minelli, Michele Munafò, Nicola Riitano, Lorenzo Stamenkovic, Andrea Strollo (ISPRA), Angela Cimini, Alessia D'Agata, Alessandra Ordanini, Lorenzo Rotella (Sapienza, Università di Roma), Valentina Falanga (Università del Molise), Stefania Mani, Giorgio Gottardi (Provincia autonoma di Bolzano).
Con il contributo degli Osservatori/tavoli tecnici a supporto delle attività di monitoraggio del consumo di suolo e della pianificazione sostenibile del territorio.
Gli autori dei contributi degli Osservatori/tavoli tecnici di Regioni e Province autonome e dei contributi a cura del Comitato scientifico sono riportati direttamente all'interno dei rispettivi capitoli.

Fotointerpretazione, classificazione, produzione cartografia, elaborazione dati
Marco Botticelli, Giulia Cecili, Luca Congedo, Marco Costa, Benedetta Cucca, Marco d'Antona, Stefano De Corso, Paolo De Fioravante, Pasquale Dichicco, Marco Di Leginio, Chiara Giuliani, Tania Luti, Lorella Mariani, Ines Marinosci, Annalisa Minelli, Michele Munafò, Nicola Riitano, Antonio Scaramella, Lorenzo Stamenkovic, Andrea Strollo (ISPRA), Giovanni Desiderio, Roberto Luis Di Cesare (ARPA Abruzzo), Valeria Carlucci, Giuseppe Miraglia (ARPA Basilicata), Luigi Dattola, Francesco Fullone (ARPA Calabria), Giuseppina Annunziata, Antonella Apicella, Jolanda Autorino Maria Daro, Diego Guglielmelli, Pasquale Iorio, Elio Luce, Michele Misso, Luigi Montanino, Gianluca Ragone, Raimondo Romano, Giovanni Stellato, Raffaele Tortorella (ARPA Campania), Bianca Maria Billi, Monica Carati, Daniela Corradini, Valerio Desiato, Francesca Di Nicola, Sara Masi, Roberta Monti, Gabriele Piazzoli, Alessandro Pirola, Alessandro Rustignoli, Lorenzo Serra (ARPAE Emilia Romagna), Claudia Meloni (ARPA Friuli Venezia Giulia), Anna Maria Cardone, Valentina de Giorgio, Gabriele Del Gaizo, Elena Trappolini (ARPA Lazio), Monica Lazzari, Cinzia Picetti (ARPA Liguria), Dario Bellingeri, Ferruccio Damiani, Nadia Fibbiani, Martina Grifoni, Dario Lombardi, Vito Sacchetti (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli, Walter Vacca (ARPA Marche), Emiliano Vitale (ARPA Molise), Teo Ferrero, Luca Forestello, Tommaso Niccoli, Gabriele Nicolò, Cristina Prola (ARPA Piemonte), Roberto Greco, Silvia Laterza, Patrizia Lavarra, Gerardo Pezzano (ARPA Puglia), Elisabetta Benedetti, Francesco Muntoni, Marco Pistis (ARPA Sardegna), Domenico Galvano, Rosa Alba Scaduto (ARPA Sicilia), Stefania Biagini, Antonio Di Marco, Cinzia Licciardello (ARPA Toscana), Luca Tamburi (ARPA Umbria), Federico Grosso

(ARPA Valle D'Aosta), Andrea Dalla Rosa, Adriano Garlato, Silvia Obber, Antonio Pegoraro, Francesca Pocaterra, Francesca Ragazzi, Ialina Vinci, Paola Zamarchi (ARPA Veneto), Aurora Canziani, Stefania Mani, Maddalena Moltrer, Andrea Padovan, (Provincia autonoma di Bolzano), Ruggero Bonisolli, Monica Laudadio (Osservatorio del paesaggio trentino Provincia Autonoma di Trento), Ester Buzzelli, Carola Capocelli, Francesca Merico, Charles Mwangi, Angela Cimini, Alessia D'Agata, Alessandra Ordanini, Lorenzo Rotella, Pierluigi Santi (Sapienza, Università di Roma), Annagrazia Calò (Università della Tuscia), Valentina Falanga (Università del Molise).

Percorso istruttorio

Documento elaborato nell'ambito dell'articolazione istruttoria del Consiglio SNPA RR TEM 19 Monitoraggio del territorio e del consumo di suolo.
Documento condiviso con la RR TEM 17 Reporting e indicatori, con la RR TEM 18 Qualità dell'ambiente urbano e con l'Osservatorio 02 Comunicazione e Informazione.
Documento condiviso con il Coordinamento Tecnico Operativo (CTO) SNPA.
Documento adottato dal Consiglio SNPA, con Delibera del Consiglio SNPA n. 297/2025 del 20/10/2025.

Comitato scientifico

Filiberto Altobelli (CREA), Andrea Arcidiacono (Politecnico di Milano, INU, CRCS), Maria Brovelli (Politecnico di Milano, CNR), Gherardo Chirici (Università di Firenze), Patrizia Colletta (Esperta Consiglio Superiore LL.PP.), Davide Geneletti (Università di Trento), Fausto Manes (Sapienza - Università di Roma), Marco Marchetti (Sapienza - Università di Roma), Davide Marino (Università del Molise), Marco Morabito (CNR), Michele Munafò (ISPRA), Beniamino Murgante (Università della Basilicata), Anna Laura Palazzo (Università Roma Tre), Paolo Pileri (Politecnico di Milano), Luca Salvati (Sapienza - Università di Roma), Tiziano Tempesta (Università di Padova), Fabio Terribile (Università di Napoli Federico II), Camillo Zaccarini Bonelli (ISMEA), Francesco Zullo (Università dell'Aquila).

Dati e cartografia

http://www.consumosuolo.isprambiente.it
http://www.consumosuolo.it
https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati

L'acquisizione e l'elaborazione dei dati avvengono sotto la responsabilità della rete tematica per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA).

Le immagini aeree e satellitari utilizzate per l'elaborazione dei dati provengono dall'archivio di ISPRA e delle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente delle Regioni e Province Autonome, che gestiscono il Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA), e sono state acquisite attraverso diverse fonti: *Copernicus Open Access Hub* (*Sentinel*-1, *Sentinel*-2; 2015-2025), ESA (Agenzia Spaziale Europea; 2018-2024), Geoportale Nazionale (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica; 2006-2012), Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura (Agea), Agenzia per l'Ambiente Europea, © *Google Earth* (2019-2025), © ZY-3 (2019), © *TripleSat* (2019, 2022), © *Planet Labs* (2019), © *Airbus* DS (2019-2024).

Si ringraziano AGEA, Agenzia delle Entrate - Osservatorio del Mercato Immobiliare, Agenzia Europea per l'Ambiente, ANCE, ANCI, Arma dei Carabinieri - Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare, Asvis, Commissione Europea/Joint Research Centre, CREA, DEDA Next, ENEA, GSE, INGV, ISMEA, Istat, Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica, Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste, Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, Ministero della cultura, Ministero delle imprese e del made in Italy e tutti gli altri soggetti che hanno messo a disposizione dati e informazioni fondamentali per alcune delle analisi riportate nel rapporto.

I contenuti a cura degli Osservatori e dei tavoli tecnici delle Regioni e delle Province autonome e quelli a cura del Comitato scientifico sono responsabilità, rispettivamente, dei soggetti individuati dalle strutture regionali coinvolte d'intesa con il SNPA e dei singoli autori, proposti dal Comitato scientifico stesso.

SOMMARIO

PRESENTAZIONE **11**

SINTESI **14**

INTRODUZIONE **18**

Il valore del suolo 18

Consumo, copertura, uso e degrado del suolo 18

Il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo in Italia 20

La tutela del suolo a livello globale, comunitario e nazionale 21

STATO ED EVOLUZIONE DEL CONSUMO DI SUOLO **28**

Il consumo di suolo in Italia 28

Il livello regionale 36

Il livello provinciale 47

Il livello comunale 59

I "comuni risparmia suolo" *79*

Gli scenari futuri 81

Accesso ai dati di uso, copertura e consumo di suolo 85

Un racconto fotografico sul consumo di suolo: "Uno scatto per raccontare il cambiamento" 88

STATO E TRASFORMAZIONI DEL TERRITORIO **92**

Uso e copertura del suolo 92

Il servizio di monitoraggio del territorio del Programma Copernicus *92*

I nuovi dati CLMS High Resolution Layers *94*

Le cartografie ISPRA di uso del suolo, copertura del suolo e tipologie di ecosistemi *99*

Altre iniziative ISPRA nella mappatura della copertura del suolo *103*

Tipologie di ecosistemi 103

Superfici abiotiche e non vegetate *107*

Copertura arborea, arbustiva ed erbacea *107*

Corpi idrici, ghiacci e nevi perenni *108*

Le aree urbane 110

Strumenti per la rappresentazione delle aree urbane *111*
Gli ecosistemi urbani nel contesto del regolamento sul ripristino della natura *114*
Forme urbane e tipologie insediative 118
Le infrastrutture verdi 120
Il verde urbano nel contesto del Regolamento sul ripristino nella natura *120*
Indicatori di superficie vegetata in area urbana *126*
Rilievo e censimento delle alberature *128*
Le aree boscate 132

CAUSE DEL CONSUMO DI SUOLO 134
Le nuove coperture artificiali 134
Le aree edificate 142
Il consumo di suolo associato agli edifici *142*
Gli edifici in aree a pericolosità *146*
Gli edifici rispetto alle tipologie di tessuto urbano *146*
L'epoca di costruzione prevalente degli edifici *148*
Il consumo di suolo all'interno delle aree urbane 150
Grado di artificializzazione e Indice Normalizzato del Consumo di Suolo in aree urbane *150*
Grado di urbanizzazione *151*
Il consumo di suolo ai margini dei centri urbani principali 152
I valori del mercato immobiliare 153
Cantieri e infrastrutture 155
Impianti fotovoltaici 160
Lo sviluppo dei poli logistici 166
Le opere infrastrutturali per i giochi olimpici e paralimpici invernali 2026 174
Gli usi del suolo dei nuovi cambiamenti 180

DISTRIBUZIONE TERRITORIALE DEL CONSUMO DI SUOLO 182
Distribuzione dei cambiamenti 182
Fascia costiera, corpi idrici, classi altimetriche e di pendenza 186

Fascia costiera *186*
Corpi idrici *189*
Classi altimetriche *190*
Classi di pendenza *190*
Classi di copertura e ambiti di uso del suolo 191
Aree a pericolosità idraulica, da frana e sismica 193
Aree a pericolosità idraulica *193*
Aree a pericolosità da frana *196*
Aree a pericolosità sismica *198*
Aree protette e aree vincolate per la tutela paesaggistica 199
Aree protette *199*
Aree vincolate per la tutela paesaggistica *200*
Siti contaminati di interesse nazionale 204
Aree percorse dal fuoco 205
Tipologie di suolo 207
Unità fisiografiche del paesaggio 208
Densità e caratteri demografici 210

IMPATTO DEL CONSUMO DI SUOLO 212
L'area di impatto potenziale 212
L'impatto visivo 212
La frammentazione del territorio e del paesaggio 219
Strumenti per il monitoraggio del grado di frammentazione del territorio *219*
Grado di frammentazione a livello nazionale e regionale *219*
L'isola di calore urbana 222
Impatto su aree ad alto valore ecologico e ad alta fragilità ambientale e perdita di ecosistemi 235
Aree ad alto valore ecologico e ad alta fragilità ambientale *235*
Impatti sugli ecosistemi naturali e semi-naturali *237*
Impatti sugli ecosistemi forestali *239*
Perdita di servizi ecosistemici del suolo 240

DEGRADO DEL SUOLO E DEL TERRITORIO 242
Land Degradation 242
Degrado dovuto ai cambiamenti di copertura del suolo 242
Degrado dovuto alla perdita di produttività 243
Degrado dovuto alla perdita di carbonio organico del suolo 244
Indicatore SDG 15.3.1 244
Aggiornamento della Land Productivity 2009-2024 250
Altri fattori di degrado 256
Degrado complessivo 256

UN ATLANTE FOTOGRAFICO DEL CONSUMO DI SUOLO 261
Piemonte 261
Valle d'Aosta 262
Lombardia 263
Veneto 264
Friuli–Venezia Giulia 267
Liguria 270
Emilia-Romagna 271
Toscana 272
Umbria 274
Marche 275
Lazio 276
Abruzzo 277
Molise 279
Campania 280
Puglia 281
Basilicata 285
Calabria 287
Sicilia 288
Sardegna 292
Trento 294

Bolzano 295
Consumo di suolo in aree a pericolosità da frana 298
Consumo di suolo in aree a pericolosità idraulica 301

CONTRIBUTI A CURA DEGLI OSSERVATORI DI REGIONI E PROVINCE AUTONOME 304

Regione Lombardia – Adeguamento della pianificazione locale alla legge regionale n. 31/2014 per la riduzione del consumo di suolo 304
Regione Lombardia – Esempi di de-impermeabilizzazione 308
Regione Emilia-Romagna – Effetti della Legge Regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 sulla pianificazione urbanistica comunale in seguito alla conclusione del periodo transitorio. 317
ARPAE Emilia-Romagna – Focus: il metanodotto Sestino - Minerbio 319
Regione Toscana – Una lettura di sintesi del consumo di suolo 321

CONTRIBUTI A CURA DEL COMITATO SCIENTIFICO 324

Approccio One Health e fornitura di servizi ecosistemici nel continuum urbano-rurale che caratterizza le città metropolitane in Italia. 324
La dinamica e il consumo di suolo nei trent'anni dell'inventario IUTI 329
Il contributo dei parchi nazionali al benessere umano: un focus sul Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise e sul Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano 334
Strumenti operativi di supporto alle pubbliche amministrazioni per il monitoraggio dell'isola di calore urbana tramite satelliti: la web app del progetto MIRIFICUS 338
Impatto degli impianti eolici e fotovoltaici sui servizi ecosistemici idrici: il caso studio della Basilicata 344
Pianificare la continuità ecologica. considerazioni sul caso francese 350
Analisi del consumo di suolo litoraneo: una sperimentazione metodologica in Toscana 358
Aspettative di consumo di suolo e valori fondiari e nell'alta pianura trevigiana 367
Il progetto Horizon EU Benchmarks nel contesto dell'analisi dei suoli urbani 373
"Cambiare tutto per non cambiare niente": l'Italia verso l'obiettivo del No Net Land Take 380
Trasformazioni del paesaggio rurale: il consumo di suolo agricolo tra sviluppo e sostenibilità ... 386

BIBLIOGRAFIA 397

PRESENTAZIONE

L'edizione 2025 del Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" è la dodicesima dedicata a questi temi e fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione del nostro territorio, che continuano a causare la perdita di una risorsa fondamentale, il suolo, con le sue funzioni e i relativi servizi ecosistemici. Il Rapporto analizza l'evoluzione del territorio e del consumo di suolo all'interno di un più ampio quadro di analisi delle dinamiche delle aree urbane, agricole e naturali ai diversi livelli, attraverso indicatori utili a valutare le caratteristiche e le tendenze del consumo, della crescita urbana e delle trasformazioni del paesaggio, ma anche dell'evoluzione, della distribuzione e delle caratteristiche della vegetazione, fornendo valutazioni sull'impatto della crescita della copertura artificiale del suolo, con particolare attenzione alle funzioni naturali perdute o minacciate.
La tutela del patrimonio ambientale, del paesaggio e il riconoscimento del valore del suolo e del capitale naturale sono compiti e temi a cui richiama l'Europa, rafforzati dal Green Deal, dal recente regolamento europeo per il ripristino della natura (*Nature Restoration Regulation*), dalla Strategia europea per il suolo per il 2030 e dalla proposta di direttiva europea per il monitoraggio e la resilienza del suolo. Obiettivi che sono ancor più fondamentali per noi alla luce delle particolari condizioni di fragilità ambientali e di criticità climatiche del nostro Paese, che anche negli ultimi mesi si sono purtroppo manifestate con forza, e rispetto alle quali il Rapporto fornisce il proprio contributo di conoscenza, anche evidenziando le relazioni tra la trasformazione del territorio e la perdita della sua capacità di regolazione dei cicli naturali, come quello idrologico, e di fornire servizi ecosistemici fondamentali.
In questo contesto, anche in considerazione della disomogeneità delle azioni sul territorio, sarebbe importante arrivare all'approvazione di una legge nazionale sul consumo di suolo in conformità agli indirizzi europei, che affermi i principi fondamentali di riuso, rigenerazione urbana, ripristino degli ecosistemi degradati e azzeramento del consumo di suolo netto, sostenendo con misure positive il futuro dell'edilizia e la tutela e la valorizzazione dell'attività agricola.
L'azzeramento del consumo netto di suolo è un obiettivo necessario anche per il raggiungimento dei target previsti dall'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile, dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e dal Piano per la Transizione Ecologica. Lo stop al consumo di suolo dovrebbe avvenire sia minimizzando gli interventi di artificializzazione, sia aumentando il ripristino naturale delle aree più compromesse, quali gli ambiti urbani e le coste, ed è considerato una misura chiave anche per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Arrestare il consumo di suolo nel nostro Paese permetterebbe di fornire un contributo fondamentale per affrontare le grandi sfide poste dai cambiamenti climatici, dal dissesto idrogeologico, dall'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, dal diffuso degrado del territorio, del paesaggio e dell'ecosistema, dalla perdita di biodiversità.
I dati aggiornati al 2024, prodotti a scala nazionale, regionale e comunale, sono in grado di rappresentare anche le singole trasformazioni individuate con una grana di estremo dettaglio, grazie all'impegno del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), che vede ISPRA insieme alle Agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province Autonome, in un lavoro congiunto di monitoraggio svolto anche utilizzando le migliori informazioni che le nuove tecnologie sono in grado di offrire e le informazioni derivanti da satelliti di osservazione della terra, tra cui quelle del pro-

gramma Copernicus. È infatti compito del Sistema, ai sensi della legge 132/2016, seguire le trasformazioni del territorio e la perdita di suolo naturale, agricolo e seminaturale, inteso come risorsa ambientale essenziale e fondamentalmente non rinnovabile, vitale per il nostro ambiente, il nostro benessere e la nostra stessa economia. Questo ruolo di sentinella è fondamentale soprattutto in una fase di attesa di una normativa nazionale compiuta sul consumo di suolo e del Piano nazionale di ripristino della natura, che dovranno garantire il rapido azzeramento del consumo di suolo netto in Italia e il ripristino degli ecosistemi più degradati, anche in ambito urbano.

I dati completi sul consumo del suolo, sullo stato del territorio e degli insediamenti, sugli impatti sui servizi ecosistemici, sul degrado e sulle altre variabili studiate sono rilasciati in formato aperto e liberamente accessibili sui siti dell'ISPRA e del SNPA e costituiscono uno dei dataset di riferimento del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA). Rappresentano uno strumento che il Sistema rende disponibile all'intera comunità istituzionale e scientifica nazionale e una base conoscitiva a supporto delle diverse politiche, dello sviluppo del quadro normativo e delle decisioni a livello locale necessarie per arrivare agli obiettivi di arresto del consumo di suolo e di ripristino della natura.

Il monitoraggio di quest'anno conferma la criticità del consumo di suolo nelle zone periurbane e urbane, in cui si rileva un continuo e significativo incremento delle superfici artificiali, con un aumento della densità del costruito a scapito delle aree agricole e naturali, unitamente alla criticità delle aree nell'intorno del sistema infrastrutturale, più frammentate e oggetto di interventi di artificializzazione a causa della loro maggiore accessibilità e anche per la crescente pressione dovuta alla richiesta di spazi sempre più ampi per la logistica. I dati confermano l'avanzare di fenomeni quali la diffusione, la dispersione, la decentralizzazione urbana da un lato e, dall'altro, la forte spinta alla densificazione di aree urbane, che causa la perdita di superfici naturali all'interno delle nostre città, superfici preziose per assicurare l'adattamento ai cambiamenti climatici in atto. Tali processi riguardano soprattutto le aree costiere e le aree di pianura, mentre al contempo, soprattutto in aree marginali, si assiste all'abbandono delle terre e alla frammentazione delle aree naturali. La valutazione del degrado del territorio, strettamente legata alla perdita di servizi ecosistemici che un suolo sano è in grado di offrire, permette di avere un quadro completo dei fenomeni che impattano sulle funzioni del suolo e che limitano la capacità di "combattere la desertificazione, ripristinare terreni degradati e suolo, compresi i terreni colpiti da desertificazione, siccità e inondazioni, per realizzare la neutralità del degrado del territorio (*Land Degradation Neutrality* - LDN)" e di "far diventare più inclusive, sicure, resilienti e sostenibili le città" entro il 2030, come previsto dagli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile definiti dall'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite.

Gli ultimi dati ci mostrano che, purtroppo, il consumo di suolo, con le conseguenze analizzate approfonditamente in questo rapporto, continua a crescere nel 2024 e accelera significativamente rispetto all'anno precedente. I fenomeni di trasformazione del territorio agricolo e naturale in aree artificiali si mantengono stabilmente ben al di sopra dei due metri quadrati al secondo e hanno riguardato oltre 83 chilometri quadrati in un solo anno, il 15% in più del 2023. Si tratta certamente di un ritmo non sostenibile, che dipende anche dall'assenza di interventi normativi efficaci in buona parte del Paese o dell'attesa della loro attuazione e della definizione di un quadro di indirizzo omogeneo a livello nazionale.

L'iniziativa delle Regioni e delle Amministrazioni locali sembra essere riuscita marginalmente, per ora, e solo in alcune parti del territorio, ad arginare l'aumento delle aree artificiali, rendendo evidente la forza del fenomeno e il fatto che gli strumenti attuali non abbiano mostrato ancora l'auspicata efficacia

nel governo del consumo di suolo. Ciò rappresenta un grave vulnus per la capacità dell'Italia di adattarsi ai cambiamenti climatici, con nostri sempre più fragili territori che non possono più permettersi questo tasso di artificializzazione del suolo. Non possono permetterselo neanche dal punto di vista strettamente economico, come ci indica ormai da tempo la Commissione Europea. La perdita consistente di servizi ecosistemici e l'aumento dei "costi nascosti", dovuti alla crescente impermeabilizzazione del suolo, sono presentati in questo Rapporto al fine di assicurare la comprensione delle conseguenze dei processi di artificializzazione, delle perdite di suolo e del degrado a scala locale, anche in termini di erosione dei paesaggi rurali, perdita di servizi ecosistemici e vulnerabilità agli eventi estremi. Un consistente contenimento del consumo di suolo, per raggiungere presto l'obiettivo europeo del suo azzeramento, è la premessa, quindi, per garantire una ripresa sostenibile dei nostri territori attraverso la promozione del capitale naturale e del paesaggio, la riqualificazione e la rigenerazione urbana e l'edilizia di qualità, oltre al riuso delle aree contaminate o dismesse. Per questo obiettivo sarà indispensabile fornire ai Comuni e alle Città Metropolitane indicazioni chiare e strumenti utili per rivedere anche le previsioni di nuove edificazioni presenti all'interno dei piani urbanistici e territoriali già approvati. In questo quadro lo sforzo del SNPA con il Rapporto si pone come punto fermo, fornendo un supporto conoscitivo autorevole per l'impostazione e la definizione di un efficace nuovo quadro normativo e per un maggiore orientamento delle politiche territoriali verso la sostenibilità ambientale e la tutela del paesaggio.

Stefano Laporta

Presidente dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)

SINTESI

La legge 28 giugno 2016, n. 132 affida all'ISPRA e al Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) l'attività di monitoraggio del consumo di suolo, che si concretizza nella produzione e nell'aggiornamento annuale della cartografia di riferimento e nell'elaborazione di indicatori ambientali e territoriali sull'evoluzione del consumo di suolo, delle dinamiche di trasformazione del territorio e della crescita urbana.

Il Rapporto si apre con una sezione introduttiva dedicata alle definizioni e alla descrizione del sistema di classificazione alla base del monitoraggio del consumo di suolo e delle azioni per la tutela del suolo a livello globale, comunitario e nazionale. Tra queste, l'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite (UN, 2015), definisce gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, mentre a livello comunitario, nel 2021, è stata approvata dalla Commissione Europea la nuova Strategia dell'UE per il suolo per il 2030 per ribadire come la salute del suolo sia essenziale per conseguire gli obiettivi in materia di clima e di biodiversità del *Green Deal* europeo. Particolare risalto merita il recente regolamento europeo sul ripristino della natura (*Nature Restoration Regulation*), entrato in vigore nel mese di agosto 2024, il cui principale obiettivo è fermare la perdita e favorire il ripristino della biodiversità dell'UE, per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 e gli obiettivi di adattamento ai cambiamenti climatici e miglioramento della sicurezza alimentare. Inoltre, il testo della nuova Direttiva su monitoraggio e resilienza del suolo è stato recentemente approvato dalla Commissione Ambiente del Parlamento Europeo e dal Consiglio ed è in attesa di formale adozione. La norma affronta in modo integrato le diverse forme di degrado del suolo e il monitoraggio degli aspetti principali della salute, del consumo e della contaminazione, fornendo indicazioni per una gestione finalizzata alla resilienza della risorsa, rappresentando un'importante novità legislativa per la tutela e cura della risorsa suolo lungamente attesa a livello europeo. La Direttiva prevede un sistema di monitoraggio del consumo di suolo coerente con quello già adottato a livello nazionale da ISPRA e dal SNPA e introduce principi di mitigazione del consumo di suolo con particolare attenzione all'impermeabilizzazione del suolo (consumo di suolo permanente) e alla rimozione del suolo nel corso di attività come cantieri, aree estrattive e altre forme di consumo di suolo reversibile.

Il capitolo *Stato ed evoluzione del consumo di suolo* raccoglie indicatori e statistiche di superficie elaborati a partire dalla carta nazionale del suolo consumato, valutati sia rispetto all'intero territorio che rispetto alle unità amministrative regionali, provinciali e comunali. I principali indicatori analizzano il suolo consumato (la superficie artificiale complessiva) e il consumo di suolo (l'incremento di superficie artificiale in un determinato periodo, in genere calcolato su base annuale), anche in relazione alla superficie territoriale e alle caratteristiche demografiche. Gli ultimi dati ci mostrano che il consumo di suolo continua a crescere nel 2024 e accelera significativamente rispetto all'anno precedente. I fenomeni di trasformazione del territorio agricolo e naturale in aree artificiali hanno riguardato **83,7 chilometri quadrati in un solo anno, il 15,6% in più** del 2023. Il nostro Paese ha perso suolo al ritmo di **2,7 metri quadrati ogni secondo, 230.000 m² al giorno**. Una crescita delle superfici artificiali solo in piccola parte compensata dal ripristino di aree naturali, pari a poco più di 5 km², un valore in calo rispetto a quello del 2023 e ancora del tutto insufficiente per raggiungere l'obiettivo di azzeramento del **consumo di suolo netto**, che, negli ultimi dodici mesi, è risultato **pari a 78,5 km², il valore più alto**

degli ultimi 12 anni, con una crescita del suolo consumato a livello nazionale dello 0,37%. Oggi, le infrastrutture, gli edifici e le altre coperture artificiali occupano più di 21.500 km^2, il 7,17% del territorio italiano. In Europa la media è del 4,4%. Al 2024, in 15 regioni è consumato oltre il 5% del territorio, con un massimo in **Lombardia** (12,22%), **Veneto** (11,86%) e **Campania** (10,61%). Il maggiore consumo di suolo nell'ultimo anno si è registrato nelle regioni **Emilia-Romagna** (1.013 ettari), **Lombardia** (834 ettari), **Puglia** (818 ettari), **Sicilia** (799 ettari) e **Lazio** (785 ettari). La **Valle d'Aosta** si conferma la regione con il consumo inferiore, ma aggiunge comunque più di 10 ettari alla sua superficie consumata. Tra le altre, solo la **Liguria** (28 ettari) e il **Molise** (49 ettari) hanno contenuto il loro consumo al di sotto di 50 ettari. La provincia di **Monza e Brianza** si conferma al primo posto per percentuale di suolo artificiale, con quasi il 41% del territorio provinciale consumato e con un aumento di 47 ettari negli ultimi dodici mesi. Le province che hanno mostrato il maggiore consumo di suolo annuale sono **Viterbo** (424 ettari), **Sassari** (245 ettari) e **Lecce** (239 ettari). Dal 2006 al 2024 nel 98% (7.739 su 7.896) dei comuni italiani si è registrato un aumento del suolo consumato. Gli incrementi sono stati di almeno 5 ettari in 4.259 comuni (il 54%) e superiori a 10 ettari in quasi due quinti dei casi (2.970 comuni). Nell'ultimo anno, in circa due terzi dei comuni sono state rilevate nuove superfici artificiali, in poco meno del 20% la crescita è stata di almeno un ettaro, mentre gli incrementi più consistenti, oltre i 5 ettari, hanno interessato quasi il 5% dei comuni. Tra i comuni, i valori più alti di nuovo consumo di suolo interessano **Tarquinia** (in provincia di Viterbo, con più di 150 ettari), **Uta** (nella città metropolitana di Cagliari, 148 ettari) e **Montalto di Castro** (sempre in provincia di Viterbo, 140 ettari). Se si esclude il contributo dei nuovi **impianti fotovoltaici a terra**, in netta crescita nel 2024 con più di 1.700 ettari rilevati, i comuni con la maggiore crescita annuale di aree artificiali sono **Ravenna** (84 ettari), **Venezia** (62 ettari), **Sassari** (60 ettari) e **Roma** (57 ettari, che conferma il rallentamento degli ultimi anni rispetto ai 71 ettari registrati nel 2023).

Il capitolo *Stato e trasformazioni del territorio* presenta i prodotti del *Copernicus Land Monitoring Service* – CLMS e le cartografie nazionali prodotte da ISPRA su uso del suolo, copertura del suolo e tipologie di ecosistemi, descrivendone i sistemi di classificazione (definiti in linea con il modello proposto in ambito europeo dal Gruppo EAGLE) e le principali caratteristiche. Una parte importante del capitolo è dedicata agli strumenti utilizzati da ISPRA per la rappresentazione delle aree urbane (svolta anche secondo la metodologia prevista dal *Nature Restoration Regulation*), all'analisi delle tipologie insediative (secondo le metriche della *Landscape Ecology*) e alla descrizione delle aree verdi in ambito urbano (con indicatori specifici sulle infrastrutture verdi). Tali dati risultano cruciali alla luce degli obblighi introdotti dal regolamento europeo sul ripristino, tra cui l'azzeramento della perdita netta di aree verdi e della copertura arborea negli ecosistemi urbani entro il 2030 e il loro incremento a partire dal 2031. Allo stato attuale, si prevede che oltre un terzo dei comuni italiani sarà coinvolto nel Piano Nazionale di Ripristino della Natura con riferimento agli obiettivi di ripristino degli ecosistemi urbani, con la Lombardia in testa per il maggior numero di comuni coinvolti, mentre la Puglia è prima per incidenza percentuale (gli obblighi riguarderanno circa il 70% del territorio regionale). Nell'ultimo anno quasi il 70% del consumo di suolo netto è stato registrato nei comuni interessati dal regolamento.

Il capitolo *Cause del consumo di suolo* riporta i dati sulle nuove coperture artificiali, distinguendo la frazione di cambiamenti riconducibili a impermeabilizzazione (consumo di suolo permanente) e ad altre forme di artificializzazione senza impermeabilizzazione del suolo (consumo di suolo reversibile), valu-

tando l'entità e la distribuzione spaziale dei cambiamenti al terzo livello di classificazione, con approfondimenti relativi alle nuove aree edificate, ai cantieri, alle infrastrutture, agli impianti fotovoltaici, ai poli logistici e all'analisi del consumo di suolo rispetto alla distanza dalle aree urbanizzate. Per quanto riguarda la **logistica**, nell'ultimo anno, si è registrato un incremento soprattutto in Emilia-Romagna (+107 ettari), Piemonte (+74 ettari) e Lombardia (+69 ettari); mentre, considerando il periodo 2006-2024, il Nord-Est si conferma al primo posto per consumo di suolo con 2.024 ettari sottratti al territorio. Negli ultimi anni, al progressivo consumo di suolo dovuto alla logistica si è affiancata una nuova dinamica territoriale dovuta all'espansione dei ***data center***, alimentata dalla crescente esigenza di infrastrutture digitali e servizi cloud. Tale sviluppo ha comportato, nel solo anno 2024 e considerando gli interventi più significativi, l'occupazione di oltre 37 ettari di superficie, con una concentrazione prevalente nelle aree settentrionali del Paese. Se si escludono le nuove aree di cantiere, il **consumo permanente** rappresenta il 35% del totale, con una prevalenza di edifici, piazzali pavimentati e strade. I **pannelli fotovoltaici a terra** (+1.702 ettari, di cui l'80% su superfici precedentemente utilizzate ai fini agricoli) rappresentano una porzione importante del nuovo suolo consumato reversibile, in forte aumento rispetto ai 420 ettari rilevati nel 2023, ai 263 ettari del 2022 e ai 75 del 2021, seppure con impatti diversi a seconda del tipo di impianto. Le aree destinate a nuovi **cantieri** (4.678 ettari) sono comunque la componente prevalente (il 56%) del consumo di suolo annuale. Si tratta di aree generalmente in transizione che saranno in gran parte convertite, negli anni successivi, in aree a copertura artificiale permanente (come edifici e infrastrutture) e, in misura minore, saranno ripristinate. Tra le altre classi, la crescita degli **edifici** nel 2024 è stata pari a 623 ettari, delle **aree estrattive** di 436 ettari, delle **infrastrutture** di 351 ettari, di **altre coperture artificiali** come piazzali, cortili, campi sportivi o discariche di 581 ettari.

La *distribuzione territoriale del consumo di suolo* considera la distribuzione delle nuove aree artificiali rispetto a specifici ambiti territoriali, come le fasce di pericolosità per frane e alluvioni, le zone a rischio sismico, le aree vincolate per la tutela paesaggistica, le aree protette, la fascia costiera, le sponde dei principali corpi idrici, le fasce altimetriche di pendenza, le classi di uso e copertura del suolo, le tipologie di suolo e di ecosistemi naturali e semi-naturali, la densità di popolazione. Per ciascun ambito territoriale vengono fornite informazioni sul suolo consumato (in termini assoluti e percentuali) e sul consumo di suolo, quest'ultimo valutato in termini assoluti e come densità di consumo per ettaro di superficie. Il consumo di suolo annuale all'interno delle aree a **pericolosità idraulica** conferma la tendenza al rialzo (+1.303 ettari in zone a pericolosità media) rispetto ai consumi registrati nelle annualità precedenti. Anche nelle aree a **pericolosità di frana** torna ad accelerare il consumo annuale (+608 ettari), dopo il rallentamento registrato nel 2023. Si conferma anche quest'anno la tendenza a consumare suoli maggiormente accessibili (fascia costiera, pianure e fondi valle) e le aree a vocazione agricola in prossimità della frangia insediata dei grandi poli urbani. Tra il 2023 e il 2024, nelle **aree protette** italiane il consumo di suolo si è confermato molto più basso rispetto alla media nazionale, con 0,26 m² consumati per ogni ettaro, contro i 2,60 m² a livello nazionale. Complessivamente, comunque, sono stati consumati in queste aree circa 81 ettari, in aumento rispetto allo scorso anno (+16%) e, di questi, oltre il 73% riguarda i Parchi naturali nazionali (28,7 ettari) e regionali (30,8 ettari). Nelle aree Natura 2000 il nuovo consumo di suolo ammonta a 193 ettari (+14% rispetto allo scorso anno). Le aree vincolate per la

tutela paesaggistica hanno una percentuale di suolo consumato più bassa rispetto alla media nazionale (5,42%) ma fanno registrare un nuovo consumo di suolo che supera i 1.520 ettari (+9% rispetto allo scorso anno).
Gli *impatti del consumo di suolo* vengono valutati con riferimento all'area di impatto potenziale (che considera gli effetti indiretti dell'artificializzazione anche in aree limitrofe a quelle costruite, con un impatto che investe circa i due terzi dell'intera superficie nazionale), alla **frammentazione** (più del 42% del territorio risulta a frammentazione alta o molto alta), all'andamento delle temperature al suolo, al fenomeno dell'isola di calore urbana e alla perdita di servizi ecosistemici. Le analisi condotte sul fenomeno dell'**isola di calore urbana** mostrano differenze di temperatura al suolo tra aree urbane e zone rurali che arrivano a superare i 10 gradi, soprattutto nelle regioni del Nord (+11,3*C) e del Centro (+7,7°C). La situazione varia molto lungo la penisola: al Sud la differenza di temperatura si riduce a 5,9°C e nelle Isole a 1,6°C, con casi limite come la Puglia (+0,4°C) in cui il fenomeno è influenzato dall'ampia presenza di aree agricole scarsamente vegetate durante il periodo estivo. Il ruolo della vegetazione si conferma cruciale. Nei contesti urbani di pianura caratterizzati da una copertura arborea su almeno il 50% della superficie, le temperature risultano fino a 2,2 gradi più basse rispetto alle aree dove gli alberi coprono meno della metà del territorio urbano. Anche in questo caso le differenze più marcate si registrano per le città metropolitane del Nord (in media 2°C in meno nelle aree con maggior presenza di alberi) e del Centro (-1,7°C). Nel Sud (-1,2°C) e nelle Isole (-1,1°C) l'effetto della vegetazione è sempre significativo ma più ridotto. I **costi del consumo di suolo**, dovuti alla perdita di **servizi ecosistemici**, variano da un minimo di 8,66 a un massimo di 10,59 miliardi di euro, persi ogni anno a causa del consumo di suolo avvenuto tra il 2006 e il 2024.
Il *degrado del suolo e del territorio* è analizzato a partire dai tre sub-indicatori raccomandati dall'UNCCD: la copertura del suolo e suoi cambiamenti nel tempo, la produttività del suolo e il contenuto in carbonio organico (*Soil Organic Carbon*, SOC); tali sub-indicatori sono considerati anche dalla Commissione Statistica delle Nazioni Unite per il calcolo dell'indicatore 15.3.1, afferente all'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 15 delle Nazioni Unite (UN-SDG) e calcolato come la percentuale di aree degradate del territorio nazionale.
Infine, anche questa edizione del Rapporto si conclude con un atlante fotografico del consumo di suolo e con i contributi a cura degli Osservatori di Regioni e Province Autonome e del Comitato Scientifico.

INTRODUZIONE

IL VALORE DEL SUOLO

Il **suolo** è lo strato superiore della crosta terrestre, costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi e rappresenta l'interfaccia tra terra, aria e acqua, ospitando gran parte della biosfera. È una risorsa vitale, limitata, non rinnovabile e insostituibile.
Un suolo sano costituisce la base essenziale dell'economia, della società e dell'ambiente, in quanto produce alimenti, accresce la nostra resilienza ai cambiamenti climatici, agli eventi meteorologici estremi, alla siccità e alle inondazioni e favorisce il nostro benessere. Riesce inoltre a immagazzinare carbonio, ha una maggiore capacità di assorbire, conservare e filtrare l'acqua e fornisce servizi vitali come alimenti sicuri e nutrienti e biomassa per i settori non alimentari della bioeconomia (Commissione Europea, 2023).
L'importanza di proteggere il suolo e di promuoverne la salubrità, tenendo conto del persistere del degrado di tale ecosistema vivente, di tale componente della biodiversità e di tale risorsa non rinnovabile, deriva anche dai costi dell'inazione riguardo al degrado del suolo, con stime che nell'Unione Europea superano i 50 miliardi di euro all'anno (Parlamento europeo, 2021).
Le funzioni ecologiche che un suolo di buona qualità è in grado di assicurare garantiscono, oltre al loro valore intrinseco, anche un valore economico e sociale attraverso la fornitura di **servizi ecosistemici** di approvvigionamento (prodotti alimentari e biomassa, materie prime, etc.); di regolazione e mantenimento (regolazione del clima, sequestro e stoccaggio del carbonio, controllo dell'erosione e regolazione degli elementi della fertilità, regolazione della qualità dell'acqua, protezione e mitigazione dei fenomeni idrologici estremi, riserva genetica, conservazione della biodiversità, etc.) e culturali (servizi ricreativi e culturali, funzioni etiche e spirituali, paesaggio, patrimonio naturale, etc.).

CONSUMO, COPERTURA, USO E DEGRADO DEL SUOLO

Terreni e suoli sono risorse fragili e limitate, soggette alla pressione di una sempre crescente ricerca di spazio: l'espansione urbana e l'impermeabilizzazione del suolo consumano la natura e trasformano preziosi ecosistemi in deserti di cemento (Commissione Europea, 2021).
Il consumo di suolo è un fenomeno legato alle dinamiche insediative e infrastrutturali ed è prevalentemente dovuto alla costruzione di nuovi edifici, fabbricati e insediamenti, all'espansione delle città, alla densificazione o alla conversione di terreno entro un'area urbana, all'infrastrutturazione del territorio.
Il **consumo di suolo** (*Land Take*) è definito come la variazione in un determinato periodo di tempo da una copertura non artificiale (**suolo non consumato**) a una copertura artificiale del suolo (**suolo consumato**), distinguendo il consumo di suolo permanente (dovuto alla presenza di una copertura artificiale permanente con conseguente impermeabilizzazione del suolo) e il consumo di suolo reversibile (dovuto alla presenza di una copertura artificiale reversibile con distruzione del suolo o perdita delle sue funzioni). Anche la nuova Direttiva europea su monitoraggio e resilienza del suolo, recentemente approvata dalla Commissione Ambiente del Parlamento Europeo e in attesa di formale adozione, considera le due componenti del consumo di suolo: il *soil sealing* definito come *covering of soil with completely or partially impermeable material* e, quindi, equivalente al consumo di suolo permanente così

come monitorato da ISPRA e SNPA, e il *soil removal*, ovvero la *temporary or long-term total or partial removal of soil in an area*, che, di fatto, equivale al consumo di suolo reversibile con l'eccezione degli impianti fotovoltaici a terra che, per la proposta europea, possono essere considerati come *soil sealing* o come *soil removal* a seconda delle diverse tipologie di installazione.
Il **consumo di suolo netto** è valutato attraverso il bilancio tra il consumo di suolo e l'aumento di superfici agricole, naturali e seminaturali dovuto a interventi di demolizione, depavimentazione, deimpermeabilizzazione, ripristino e rinaturalizzazione (Commissione Europea, 2012).

Figura 1. Edificio in costruzione

Per **copertura del suolo** (*Land Cover*) si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, che comprende le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007/2/CE. La proposta di direttiva la definisce *the physical and biological cover of the earth's surface*. La copertura artificiale può essere di tipo permanente (edifici, fabbricati, infrastrutture pavimentate o ferrate, altre aree pavimentate o dove sia avvenuta un'impermeabilizzazione permanente del suolo) o di tipo reversibile (aree non pavimentate con rimozione della vegetazione e asportazione o compattazione del terreno dovuta alla presenza di infrastrutture, cantieri, piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi o depositi permanenti di materiale; impianti fotovoltaici a terra; aree estrattive non rinaturalizzate; altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole in cui la rimozione della copertura ripristini le condizioni naturali del suolo). Secondo questa definizione, solo una parte dell'area di insediamento urbano rientra nella definizione di copertura artificiale e, quindi, di suolo consumato, poiché giardini, parchi urbani e altri spazi verdi non devono essere considerati. Rientrano, invece, tra le superfici artificiali anche quelle presenti nelle zone agricole e naturali (Commissione Europea, 2013; EEA, 2023).
L'**impermeabilizzazione del suolo**, ovvero la copertura permanente di parte del terreno e del relativo suolo con materiali artificiali che impediscono o limitano significativamente l'infiltrazione dell'acqua (quali asfalto o calcestruzzo) per la costruzione, ad esempio, di edifici e strade, costituisce la forma più evidente e più diffusa di copertura artificiale. L'impermeabilizzazione o sigillatura del suolo (*soil sealing*) può avvenire oltre che con il consumo di suolo permanente di un suolo naturale anche con il passaggio dallo stato reversibile a quello permanente (ad esempio con una nuova copertura in asfalto o cemento di un'area di cantiere). Altre forme di consumo di suolo vanno dalla perdita totale della "risorsa suolo" attraverso la rimozione per escavazione (comprese le attività estrattive a cielo aperto), alla perdita parziale, più o meno rimediabile, della funzionalità della risorsa a causa di fenomeni quali, ad esempio,

la compattazione in aree non asfaltate adibite a parcheggio o a cantieri. L'impermeabilizzazione può avvenire sia su aree non consumate, sia su aree già consumate ma non ancora impermeabilizzate.
Una diversa analisi delle trasformazioni territoriali che si intreccia, ma deve essere distinta dall'analisi del consumo di suolo, è quella basata sull'uso del suolo, che rappresenta il principale riferimento della pianificazione e l'elemento fondamentale su cui agire per raggiungere l'obiettivo dell'azzeramento del consumo di suolo. L'**uso del suolo** (*Land Use*) è un concetto differente dalla copertura del suolo, ovvero dall'effettivo stato biofisico, poiché rappresenta un riflesso delle interazioni tra l'uomo e il suolo e costituisce una descrizione di come quest'ultimo venga (o possa essere) impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti o programmate per il futuro (ad esempio: residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo).
Il **degrado del suolo** è il fenomeno di alterazione delle condizioni del suolo dovuto alla riduzione o alla perdita di produttività biologica o economica a causa principalmente dell'attività dell'uomo (Oldeman *et al.*, 1991). Oltre alla produttività, altri fattori come la copertura del suolo, l'erosione idrica o il contenuto di carbonio organico possono essere usati per valutare il degrado del suolo (Lal, 2015). Altre definizioni di degrado del suolo evidenziano la perdita, talvolta irreversibile, di biodiversità, delle funzioni e della capacità di fornire servizi ecosistemici (Orgiazzi *et al.*, 2016).

IL MONITORAGGIO DEL TERRITORIO E DEL CONSUMO DI SUOLO IN ITALIA

Il monitoraggio del consumo di suolo in Italia è definito dalla L.132/2016 come un compito istituzionale dell'ISPRA e del Sistema Nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (SNPA) e permette di avere un quadro aggiornato annualmente sull'evoluzione del consumo di suolo, delle dinamiche di trasformazione del territorio e della crescita urbana attraverso la produzione della cartografia ufficiale di riferimento e l'elaborazione di indicatori ambientali e territoriali.

Tabella 1. Sistema di classificazione del consumo di suolo

11. Consumo di suolo permanente
111. Edifici, fabbricati
112. Strade pavimentate
113. Sede ferroviaria
114. Aeroporti (piste e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate)
115. Porti (banchine e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate)
116. Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, etc.)
117. Serre permanenti pavimentate
118. Discariche
12. Consumo di suolo reversibile
121. Strade non pavimentate
122. Cantieri e altre aree in terra battuta (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, depositi permanenti di materiale, etc.)
123. Aree estrattive non rinaturalizzate
124. Cave in falda
125. Impianti fotovoltaici a terra (alta densità)
126. Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali del suolo
20. Altre forme di copertura non incluse nel consumo di suolo
201. Corpi idrici artificiali (escluse cave in falda)
202. Aree permeabili intercluse tra svincoli e rotonde stradali, aree pertinenziali associate alle infrastrutture viarie
203. Serre non pavimentate
204. Ponti e viadotti su suolo non artificiale
205. Impianti fotovoltaici (bassa densità)

La **cartografia** completa e aggiornata sul consumo di suolo in Italia (Strollo *et al.*, 2020), anche a livello comunale, è disponibile sull'EcoAtl@nte[1] e all'interno del Sistema Informativo Nazionale Ambientale[2], oltre che sul portale nazionale del consumo di suolo[3] (cfr. § *Accesso ai dati di uso, copertura e consumo di suolo*). Maggiori dettagli circa la storia e l'evoluzione delle attività di monitoraggio del consumo di suolo e una descrizione puntuale della metodologia di aggiornamento della cartografia sono, invece, contenuti nelle "Linee guida per il monitoraggio del consumo di suolo nell'ambito delle attività del SNPA" (SNPA, 2024), che costituisce il riferimento tecnico e operativo ufficiale per lo svolgimento di tali attività. Rispetto al passato, il sistema di monitoraggio conclude le attività di revisione della serie storica, stabilizzando il dato fino al 2023 e introducendo un nuovo strato intermedio (adotterà il suffisso "r") che tiene traccia di eventuali revisioni effettuate nel penultimo anno di monitoraggio e rispetto al quale vengono individuate le trasformazioni relative all'ultimo anno.
La cartografia nazionale è alla base dell'elaborazione e della valutazione dei principali indicatori, resi disponibili per i diversi livelli amministrativi. Gli **indicatori** possono riguardare la superficie complessiva di aree artificiali (**suolo consumato**) presente in un dato ambito territoriale (ad esempio, un comune), e sono generalmente riportati in ettari o in chilometri quadrati. La stessa superficie può essere confrontata con la superficie territoriale complessiva e riportata in percentuale (% di suolo consumato) o con gli abitanti residenti (suolo consumato pro capite, in metri quadrati ad abitante). Altri indicatori riguardano la variazione di superfici in un dato intervallo temporale, generalmente annuale e, quando tali variazioni sono relative alla realizzazione di nuove superfici artificiali, sono denominate "**consumo di suolo**", generalmente riportate in ettari o in chilometri quadrati. Le variazioni possono essere anche riportate come tasso o grado di variazione di superfici in cui, stabilito un intervallo temporale, si rapporta la differenza alla grandezza più antica, misurata in percentuale. La velocità di trasformazione o di consumo di suolo si ottiene, invece, rapportando le differenze all'intervallo temporale scelto (riportata, ad esempio, in chilometri quadrati all'anno, ettari al giorno o metri quadrati al secondo). Il rapporto tra una variazione di suolo artificiale in un intervallo temporale e gli abitanti residenti rilevati nello stesso periodo rappresenta il consumo di suolo pro capite (misurati, ad esempio, in metri quadrati per abitante) mentre il consumo marginale di suolo è ottenuto dal rapporto tra consumo di suolo e la variazione di abitanti residenti nel medesimo intervallo temporale.

LA TUTELA DEL SUOLO A LIVELLO GLOBALE, COMUNITARIO E NAZIONALE

Le azioni relative al suolo e al territorio sono prioritarie a **livello globale** (Figura 2). Il principale riferimento giuridicamente rilevante è la Convenzione delle Nazioni Unite per combattere la desertificazione (UNCCD) che affronta il tema del degrado del territorio e del suolo e che ha adottato come focus del suo Quadro Strategico 2018-2030 il concetto di *Land Degradation Neutrality*, in attuazione del Target 15.3 degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (UN, 2015) e dell'Agenda 2030. Proprio gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile hanno fissato target di particolare interesse per il territorio e per il suolo, da raggiungere entro il 2030 attraverso programmi nazionali a breve e medio termine e monitorati attraverso un sistema di indicatori definiti dalla Commissione Statistica delle Nazioni Unite, in particolare per verificare che il consumo di suolo non superi la crescita demografica, che sia assicurato l'accesso universale a spazi verdi e spazi pubblici sicuri, inclusivi e accessibili, che sia raggiunto un *land degradation neutral world*, elemento essenziale per mantenere le funzioni e i servizi ecosistemici, la cui verifica si basa su stato e trend di copertura del suolo, produttività e contenuto di carbonio organico. Ulteriori rilevanti riferimenti sono inseriti nell'ambito della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), in particolare in relazione alla neutralità climatica al 2050 con un ruolo fondamentale

[1] ecoatlante.isprambiente.it
[2] SINA - www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati
[3] www.consumosuolo.it

dell'uso dei suoli ai fini del raggiungimento degli obiettivi a lungo termine di mitigazione dei cambiamenti climatici. Inoltre, la FAO attraverso la *Global Soil Partnership* promuove la gestione sostenibile del suolo e l'inserimento dei temi del suolo nella governance, attraverso lo sviluppo, il coordinamento e la condivisione delle conoscenze tecniche e scientifiche.

A **livello comunitario** sono numerosi i richiami a colmare la mancanza di un quadro giuridico per la protezione del suolo in Europa, tra cui quello del Parlamento europeo, con la risoluzione del 28 aprile 2021 sulla protezione del suolo, che ha identificato questo come divario fondamentale e ha chiesto alla Commissione di predisporre un quadro giuridico comune a livello dell'UE per la protezione e l'uso sostenibile del suolo che affronti tutte le gravi minacce per il suolo e comprenda "misure efficaci in materia di prevenzione e/o riduzione al minimo dell'impermeabilizzazione del suolo e qualsiasi altro uso del suolo che influisca sulle sue prestazioni, dando priorità al riuso dei terreni e del suolo dismessi e al riuso dei siti abbandonati rispetto all'uso di terreni non impermeabilizzati" (Parlamento europeo, 2021). Per questo, la Commissione Europea, in attuazione della Strategia sulla Biodiversità, ha approvato nel 2021 la nuova Strategia dell'UE per il suolo per il 2030 per ribadire come la salute del suolo sia essenziale per conseguire gli obiettivi in materia di clima e di biodiversità del *Green Deal* europeo. La Strategia definisce un quadro per ottenere entro il 2050 suoli sani ovvero che tutti gli ecosistemi dei suoli dell'UE siano in buona salute e dunque più resilienti, con azioni concrete entro il 2030 per proteggere, ripristinare e assicurare l'uso sostenibile dei suoli. A tal fine, sono ritenuti necessari cambiamenti molto profondi nel corso dell'attuale decennio e vengono definiti obiettivi di medio termine e di lungo periodo, tra cui non aumentare il degrado del suolo (entro il 2030) e raggiungere il consumo netto di suolo pari a zero (entro il 2050).

Con riferimento al consumo e all'impermeabilizzazione del suolo, la Strategia prevede una serie di azioni. In particolare, gli Stati membri dovrebbero:

- stabilire entro il 2023 degli ambiziosi obiettivi nazionali, regionali e locali per ridurre il consumo netto di suolo entro il 2030, così da contribuire in modo quantificabile all'obiettivo dell'UE per il 2050 e registrare i progressi compiuti;
- integrare la "gerarchia del consumo di suolo" (Tabella 2) nei piani comunali e dare priorità al riutilizzo e al riciclo di terreni già costruiti e impermeabilizzati, tutelando i suoli a livello nazionale, regionale e locale, attraverso le idonee iniziative di regolamentazione e la graduale abolizione degli incentivi finanziari contrari a questa gerarchia, come ad esempio eventuali incentivi fiscali locali per la conversione di terreni agricoli o naturali in ambienti edificati.

Tabella 2. La "gerarchia del consumo di suolo" prevista dalla strategia dell'UE per il suolo per il 2030 (Commissione Europea, 2021)

Gerarchia del consumo di suolo
1. Evitare il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo;
2. In caso di nuove necessità, riutilizzare terreni già consumati e impermeabilizzati;
3. Se non è possibile evitare il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo, utilizzare aree già degradate;
4. Infine, solo per interventi assolutamente inevitabili, applicare misure di mitigazione per ridurre al minimo la perdita di servizi ecosistemici e per la loro compensazione attraverso interventi come la rinaturalizzazione di una superficie con qualità e funzione eco-logica equivalente.

In attuazione della Strategia, il 5 luglio 2023 la Commissione Europea ha adottato una proposta di **Direttiva su monitoraggio del suolo e resilienza**, denominata *Soil Monitoring Law*. La proposta, rispetto alla quale si sono espressi sia il Parlamento con propri emendamenti, sia il Consiglio che ha proposto una revisione tecnicamente importante derivate dalle proposte degli Stati Membri, è nella fase finale della sua discussione e dovrebbe essere approvata tra ottobre e novembre 2025. La nuova Direttiva prevede il monitoraggio e la valutazione della qualità dei suoli e definisce un quadro di principi comuni, che saranno alla base della successiva identificazione di misure.

La proposta di direttiva fissa tre obiettivi principali:

1. la creazione di un sistema coerente di monitoraggio del suolo e di valutazione della salute del suolo;
2. l'adozione di pratiche sostenibili di gestione del suolo;
3. la gestione della contaminazione dei suoli.

Negli allegati vengono descritti gli indicatori di degrado che costituiscono la base per la valutazione della salute dei suoli, ai diversi livelli di competenza (parte A, B e C), inclusi gli indicatori sul consumo di suolo (parte D), nonché le metodologie standardizzate da seguire per determinare i punti di campionamento, eseguire il campionamento ed effettuare l'analisi dei campioni. Sono inoltre definiti i principi per la gestione sostenibile dei suoli, la cui valutazione e ottimizzazione è basata sui dati del monitoraggio, le misure per la riduzione del rischio di contaminazione, indicazioni per l'analisi di rischio e per la introduzione di registri dei siti potenzialmente contaminati e contaminati.

Con riferimento al consumo di suolo, la Direttiva prevede che vengano presi in considerazione questi principi in caso di nuova impermeabilizzazione del suolo o di rimozione del suolo come componenti del consumo di suolo, al livello territoriale più appropriato:

- evitare o ridurre il più possibile la perdita della capacità del suolo di fornire molteplici servizi ecosistemici, inclusa la produzione alimentare, mediante:
    - la riduzione, per quanto possibile, dell'area di suolo interessata dall'impermeabilizzazione e dalla rimozione del suolo, in particolare incoraggiando il riutilizzo e la riconversione dei suoli già impermeabilizzati, come gli edifici esistenti;
    - la selezione di aree in cui la perdita di servizi ecosistemici sarebbe minima, in particolare su suoli gravemente degradati, come le aree industriali dismesse (*brownfields*);
    - l'esecuzione dell'impermeabilizzazione e della rimozione del suolo in modo da minimizzare l'impatto negativo sul suolo, in particolare proteggendo i suoli circostanti o mantenendo l'impermeabilizzazione del suolo il più reversibile possibile;
- mirare a compensare in misura ragionevole la perdita della capacità del suolo di fornire molteplici servizi ecosistemici, anche attraverso il ripristino dei servizi, incoraggiando la de-impermeabilizzazione dei suoli sigillati e la ricostruzione delle aree con suoli rimossi.

Sempre in attuazione della Strategia sulla Biodiversità, il 18 agosto 2024 è entrato in vigore il **Regolamento sul rispristino della natura** (*Nature Restoration Regulation* - NRR) approvato con regolamento[4] del Parlamento Europeo e del Consiglio del 24 giugno 2024, e il cui principale obiettivo è fermare l'attuale perdita e ripristinare la biodiversità dell'UE, per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 e adattarsi ai cambiamenti climatici, e per migliorare la sicurezza alimentare. Il regolamento stabilisce obblighi specifici per i diversi tipi di ecosistema, fra cui terreni agricoli, foreste ed ecosistemi urbani. Riconosce che i suoli sono parte integrante degli ecosistemi terrestri e istituisce un quadro all'interno del quale gli Stati membri attuano misure di ripristino efficaci allo scopo di:

- ripristinare il 20% degli ecosistemi degradati entro il 2030 e tutti gli ecosistemi che necessitano di ripristino entro il 2050;
- ripristinare almeno il 30% degli ecosistemi terrestri, costieri, d'acqua dolce e marini che non sono in buono stato entro il 2030, con particolare attenzione agli habitat protetti e alle aree della rete Natura 2000;
- rimuovere barriere artificiali per ripristinare almeno 25.000 km di fiumi a scorrimento libero;
- piantare almeno tre miliardi di alberi entro il 2030 per migliorare la biodiversità e l'ecosistema urbano.

[4] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=OJ:L_202401991

In particolare, per quanto riguarda gli ecosistemi urbani (art.8), entro il 31 dicembre 2030 “gli Stati membri provvedono affinché non si registri alcuna perdita netta della superficie nazionale totale degli spazi verdi urbani né di copertura della volta arborea urbana nelle zone di ecosistemi urbani” definite e mappate dagli stessi Stati (art.14, par.4) e che possono comprendere:

a) l’intera città o piccola città e sobborgo;
b) parti della città o della piccola città e sobborgo, compresi almeno i centri urbani, gli agglomerati urbani e, se lo Stato membro interessato lo ritiene opportuno, le zone periurbane.

Dal 1° gennaio 2031 gli Stati membri dovranno garantire una “tendenza all'aumento della superficie nazionale totale degli spazi verdi urbani mediante l'integrazione di spazi verdi urbani negli edifici e nelle infrastrutture, nelle zone di ecosistemi urbani” sopra definite e una “tendenza all’aumento della copertura della volta arborea urbana” del 5% entro il 2050, misurata ogni sei anni (a decorrere dal 1° gennaio 2031) “fino al raggiungimento di un livello soddisfacente stabilito a norma entro il 2030 attraverso un processo e una valutazione aperti ed efficaci basati sulle evidenze scientifiche più recenti, sul quadro di riferimento” istituito dalla Commissione entro il 31 dicembre 2028.

I sistemi di monitoraggio degli Stati membri opereranno sulla base di banche dati elettroniche e di sistemi di informazione geografica e dovranno massimizzare l’accesso e l’uso dei dati e servizi ottenuti mediante tecnologie di telerilevamento, osservazione della Terra (come i servizi Copernicus), sensori e dispositivi *in situ*, o dati derivanti dalla *citizen science*, sfruttando le opportunità offerte dall’intelligenza artificiale, dall’analisi e dal trattamento avanzati dei dati.

Ai fini di adempiere agli obblighi del suddetto regolamento, gli Stati membri dovranno redigere i Piani nazionali di ripristino, indicando le misure specifiche per il monitoraggio e il ripristino delle aree degradate. Questi piani dovranno includere indicatori di biodiversità[5] e strategie[6] per aumentare gli spazi verdi.

Tra le numerose definizioni riportate nell’articolo 3 del regolamento, si evidenziano quelle che fanno riferimento alle unità territoriali per la statistica - NUTS (regolamento CE n. 1059/2003):

- "centri urbani" e "agglomerati urbani": unità territoriali classificate in città, piccole città e sobborghi utilizzando la tipologia basata sulla griglia in conformità del regolamento (CE) n. 1059/2003;
- "città": LAU in cui almeno il 50% della popolazione vive in uno o più centri urbani, percentuale misurata utilizzando il grado di urbanizzazione stabilito in conformità del regolamento (CE) n. 1059/2003;
- "piccole città e sobborghi": LAU in cui meno del 50% della popolazione vive in un centro urbano ma almeno il 50% vive in un agglomerato urbano, percentuali misurate utilizzando il grado di urbanizzazione stabilito in conformità del regolamento (CE) n. 1059/2003;
- "zone periurbane": zone adiacenti ai centri urbani o agli agglomerati urbani, comprese almeno tutte le zone situate entro un chilometro dai limiti esterni di tali centri urbani o agglomerati urbani, e situate nella stessa città o nella stessa piccola città e sobborgo di tali centri urbani o agglomerati urbani;

e quelle relative alle superfici verdi, che fanno riferimento ai prodotti Copernicus:

- "spazi verdi urbani": superficie totale di alberi, di boscaglie, di arbusti, di vegetazione erbacea permanente, di licheni e di muschi, di stagni e di corsi d'acqua presente nelle città, nelle piccole città e nei sobborghi, calcolata sulla base dei dati forniti dal servizio di monitoraggio del territorio di Copernicus nell'ambito della componente Copernicus del programma spaziale dell'Unione, istituito dal regolamento (UE) 2021/696, e, se disponibili per lo Stato membro interessato, di altri opportuni dati supplementari forniti da tale Stato membro;

[5] Allegato IV al Regolamento “Elenco degli indicatori di biodiversità per gli ecosistemi agricoli” e Allegato VI “Elenco degli indicatori di biodiversità per gli ecosistemi forestali”.
[6] Allegato VII al Regolamento “Elenco di esempi delle misure di ripristino”.

- "copertura della volta arborea urbana": superficie totale di copertura arborea nelle città, nelle piccole città e nei sobborghi, calcolata sulla base dei dati sulla densità di copertura arborea forniti dal servizio di monitoraggio del territorio di Copernicus nell'ambito della componente Copernicus del programma spaziale dell'Unione, istituito dal regolamento (UE) 2021/696, e, se disponibili per lo Stato membro interessato, di altri opportuni dati supplementari forniti da tale Stato membro.

A livello nazionale, con la promulgazione della **Legge costituzionale** 11 febbraio 2022 n. 1 (G.U. n. 44 del 22 febbraio) il Parlamento italiano ha compiuto un'importante innovazione normativa che introduce due diverse modifiche alla Carta costituzionale:

- all'articolo 9, inserisce tra i principi fondamentali un nuovo comma volto alla "tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni" e pone sotto la legislazione dello Stato la tutela degli animali;
- all'articolo 41, inserisce tra i diritti e doveri dei cittadini nell'ambito della libera iniziativa economica privata al comma 2 la previsione di svolgersi "in modo da non arrecare danno alla salute e all'ambiente" e, al comma 3, che sia indirizzata e coordinata, oltre ai già previsti fini sociali, anche "ai fini ambientali".

In particolare, quest'ultimo è un comando precettivo, cioè, va rispettato e fatto rispettare anche in assenza di norme regolatrici della materia. In generale, comunque, queste modifiche dovranno necessariamente indirizzare verso una profonda revisione delle politiche e delle norme di tutela del suolo e di governo dei processi di trasformazione del territorio ai diversi livelli, in una chiara prospettiva di sostenibilità ambientale e di conservazione e ripristino delle risorse naturali, degli ecosistemi e della biodiversità, mettendo al centro l'azzeramento del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo che, evidentemente, quando effettivamente compiuti, arrecano un danno alla salute e all'ambiente quasi sempre irreversibile e assai difficilmente compensabile.

La **Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030**, adottata con il Decreto n. 252 del Ministro dell'ambiente e della sicurezza energetica il 3 agosto 2023, in coerenza con gli obiettivi della Strategia Europea per la Biodiversità al 2030, punta a invertire l'attuale tendenza alla perdita di biodiversità e al collasso degli ecosistemi e a contribuire all'obiettivo internazionale di garantire che entro il 2050 tutti gli ecosistemi del pianeta siano ripristinati, resilienti e adeguatamente protetti. Il testo riporta, tra gli altri, diversi obiettivi specifici di particolare interesse per la tutela del suolo, tra cui (Ministero per la Transizione Ecologica, 2022):

- garantire il non deterioramento di tutti gli ecosistemi e ripristinare vaste superfici di quelli de-gradati, con particolare attenzione a quelli più idonei a catturare e stoccare il carbonio nonché a prevenire e ridurre l'impatto delle catastrofi naturali;
- arrestare la perdita di ecosistemi verdi urbani e periurbani e favorire il rinverdimento urbano e le soluzioni basate sulla natura;
- raggiungere la neutralità del degrado del territorio e l'aumento zero del consumo del suolo, compiere progressi significativi nella bonifica e nel ripristino dei siti con suolo degradato e contaminato;
- approvare e attuare una legge nazionale sul consumo del suolo che consideri il suolo come bene comune e risorsa non rinnovabile e stabilisca obiettivi nazionali e regionali, coerenti con gli obiettivi di sviluppo sostenibile (11.3.1, 15.3.1), con gli obiettivi europei e con il sistema di monitoraggio SNPA, favorendo, di conseguenza, la rigenerazione urbana;
- fissare l'obiettivo di allineamento del consumo di suolo alla dinamica demografica entro il 2030 a livello nazionale per poi recepirlo a livello regionale in base alla capacità di carico dei territori per "ripartire" le superfici a livello comunale con conseguente obbligo di rivedere i piani urbanistici;
- definire e attuare misure concrete e decise per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo adottando la *Land take hierarchy* indicata dalla Strategia europea per il suolo

per il 2030 che prevede, in ordine di priorità decrescente, di: a) evitare il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo; b) riutilizzare le aree già consumate e impermeabilizzate; c) utilizzare aree già degradate in caso di interventi assolutamente non evitabili; d) in questo ultimo caso, compensare gli interventi per arrivare a un bilancio non negativo di consumo e di impermeabilizzazione del suolo e per mantenere o ripristinare i servizi ecosistemici;
- avviare processi di rinaturalizzazione di suoli degradati, anche ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico, in ambito urbano e periurbano.

Per la messa a sistema dell'attuazione dell'Agenda 2030, lo strumento di riferimento è rappresentato dalla **Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile** (SNSvS), presentata al Consiglio dei ministri a ottobre 2017 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2017) e approvata dal CIPE a dicembre dello stesso anno. La SNSvS 2017-2030 si configura, anche alla luce dei cambiamenti intervenuti a seguito della crisi economico-finanziaria degli ultimi anni, come lo strumento principale per la creazione di un nuovo modello economico circolare, a basse emissioni di CO_2, resiliente ai cambiamenti climatici e agli altri cambiamenti globali causa di crisi locali, come, ad esempio, la perdita di biodiversità, la modificazione dei cicli biogeochimici fondamentali (carbonio, azoto, fosforo) e i cambiamenti nell'utilizzo del suolo. Al fine di garantire la gestione sostenibile delle risorse naturali (scelta II) "Arrestare il consumo del suolo e la desertificazione" è stato individuato come uno degli obiettivi strategici (obiettivo II.2) che, quindi, dovrebbe essere anticipato al 2030.

Sulla Gazzetta Ufficiale del 15 giugno 2022 è stata pubblicata la delibera del Comitato Interministeriale per la Transizione Ecologica (CITE) con l'approvazione del **Piano per la transizione ecologica** (PTE). Il contrasto al consumo di suolo è presente tra gli ambiti prioritari individuati dal Piano e posto alla base del processo di transizione ecologica della nostra economia.

L'obiettivo del Piano è arrivare a un consumo netto pari a zero entro il 2030, anticipando di vent'anni l'obiettivo europeo e allineandosi alla data fissata dall'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile. L'azzeramento del consumo di suolo, secondo il PTE, dovrà avvenire sia minimizzando gli interventi di artificializzazione, sia aumentando il ripristino naturale delle aree più compromesse, quali gli ambiti urbani e le coste ed è considerato una misura chiave anche per l'adattamento ai cambiamenti climatici, da normare attraverso un'apposita legge nazionale, come già richiamato anche dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Con riferimento al consumo di suolo, oltre a confermare la necessità e l'urgenza dell'approvazione della Legge nazionale sul consumo di suolo, prevista tra le riforme del PNRR, sono proposte una serie di azioni coordinate, tra cui il potenziamento del sistema di monitoraggio nazionale del suolo e del degrado del territorio, integrato con la rilevazione delle destinazioni d'uso e delle previsioni non attuate degli strumenti di pianificazione e del monitoraggio degli interventi di rigenerazione urbana, la realizzazione di una rete di laboratori sul territorio, la realizzazione di interventi di deimpermeabilizzazione, rinaturalizzazione e di rigenerazione all'interno di una strategia unitaria.

Il **Fondo per il contrasto al consumo del suolo**, istituito con legge 29 dicembre 2022, n. 197 "Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2023 e bilancio pluriennale per il triennio 2023-2025" è destinato a finanziare interventi di rinaturalizzazione dei suoli degradati o in via di degrado in ambito urbano e periurbano tesi a contrastare il consumo del suolo con la finalità di avviare azioni di "ripristino" delle superfici di suolo "consumato", invertendo così il fenomeno verso un bilancio neutro sul consumo di suolo. Gli interventi di recupero all'interno dei perimetri cittadini hanno l'obiettivo principale di "rinaturalizzare" suoli degradati, per restituire loro le funzioni naturali che erano anche quelle di contenimento ed equilibrio dei sistemi di deflusso delle acque meteoriche la cui compromissione può produrre tragedie legate al dissesto idrogeologico[7]. Il DM n. 2 del 02.01.2025 fissa i criteri di riparto del Fondo

[7] https://www.mase.gov.it/portale/iniziative-1

da 160 milioni di euro e prevede la stipula di accordi di programma tra le Direzioni generali regionali e la Direzione del MASE competenti in materia di consumo di suolo. La programmazione degli interventi prevede una prima fase di valutazione di ammissibilità operata dalle regioni sulla base delle richieste di finanziamento avanzate dai rispettivi enti locali e una seconda fase di istruttoria tecnica da parte delle Autorità di bacino distrettuali e una terza fase di verifica della significatività ambientale da parte del MASE con il supporto tecnico-scientifico di ISPRA. In particolare, gli interventi proposti devono prevedere lavorazioni di de-impermeabilizzazione di superfici artificiali o di suoli compattati con il ripristino della struttura e della funzionalità ecologica del suolo esistente, mediante asportazione di materiale di copertura ordinario con conferimento in discarica o riutilizzo, scarificazione e aratura di suolo compattato, rimaneggiamento e omogeneizzazione meccanica del suolo esistente, incremento del carbonio organico, inerbimento con specie erbacee selezionate, oltre ad altre lavorazioni secondarie integrative.

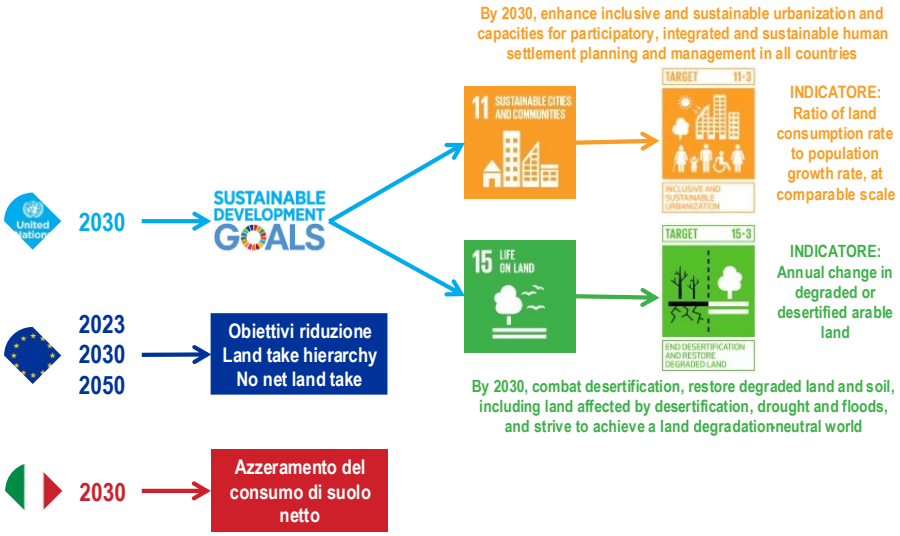


Figura 2. Principali obiettivi e indicatori a livello globale, europeo e nazionale relativi al consumo e al degrado del suolo

Figura 3. "L'ultima frontiera verde", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Corrado Fiorio il 3 agosto 2025 nel comune di Verona. La foto mostra il nuovo impianto sportivo realizzato nel cuore della campagna veronese

STATO ED EVOLUZIONE DEL CONSUMO DI SUOLO

IL CONSUMO DI SUOLO IN ITALIA[8]

Il **consumo di suolo** continua a trasformare il nostro territorio con velocità elevate. Nell'ultimo anno, le nuove coperture artificiali hanno riguardato altri 83,7 km^2 (Tabella 3), ovvero, in media, 22,9 ettari al giorno, il 15,6% in più dell'anno precedente. Un incremento del suolo consumato, quindi, in forte accelerazione rispetto al dato dello scorso anno e che si conferma nettamente al di sopra della media dell'ultimo periodo (2012-2023), pari a 18,9 ettari al giorno. Il nostro Paese, nell'ultimo anno, ha perso suolo al ritmo di 2,7 metri quadrati ogni secondo. Una crescita delle superfici artificiali solo in piccola parte compensata dal ripristino di aree naturali, pari a 5,2 km^2, dovuta al passaggio da suolo consumato a suolo non consumato (nella maggior parte dei casi grazie al recupero di aree di cantiere o di superfici che erano state già classificate come consumo di suolo reversibile e, solo in piccolissima parte, per azioni di deimpermeabilizzazione). Un valore in calo rispetto a quello del 2023 e ancora del tutto insufficiente per raggiungere l'obiettivo di azzeramento del consumo di suolo netto, che, negli ultimi dodici mesi, è risultato pari a 78,5 km^2 (ovvero 21,5 ettari al giorno e 2,5 m^2 al secondo). I dati del consumo di suolo al netto dei ripristini del 2024 rappresentano il valore più alto degli ultimi 12 anni: nel periodo 2012-2023 la velocità media annuale non aveva mai raggiunto i 20 ettari al giorno (Tabella 5). Una quota importante dell'incremento della superficie artificiale è rappresentata dai 12,9 km^2 di consumo permanente. In aggiunta, si deve considerare che altri 11,6 km^2 sono passati, nell'ultimo anno, da suolo consumato reversibile (rilevato nel 2023) a permanente, sigillando ulteriormente il territorio. L'**impermeabilizzazione**, ottenuta da queste due ultime componenti, è quindi cresciuta complessivamente di 24,5 km^2. In generale, la crescita netta delle superfici artificiali dell'ultimo anno equivale a una **densità di consumo di suolo**[9] di 2,78 m^2 per ogni ettaro di territorio italiano, che scende a 2,61 m^2/ha al netto dei ripristini (Tabella 4).

Tabella 3. Stime nazionali del consumo di suolo, del ripristino e dell'impermeabilizzazione annuali (2023-2024)

Consumo di suolo (km^2)	83,70
Ripristino (km^2)	5,20
Consumo di suolo netto (km^2)	78,50
Consumo di suolo permanente (km^2)	12,94
Consumo di suolo reversibile (km^2)	70,76
Consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra (km^2)	66,69
Impermeabilizzazione di aree già consumate reversibilmente (km^2)	11,57
Impermeabilizzazione complessiva (km^2)	24,50
Altre coperture del suolo non considerate consumo (km^2)	6,35
Nuove aree non consumate di dimensioni inferiori ai 1.000 m^2 (km^2)	4,55

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Inoltre, altri 6,35 km^2 sono stati ricoperti da serre e da altre forme di copertura del suolo che non sono, con l'attuale sistema di classificazione, considerate come consumo di suolo permanente o reversibile

[8] Le stime sono elaborate da ISPRA sulla base dei dati del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) e della cartografia prodotta dalla rete dei referenti per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo (ISPRA/ARPA/APPA) nell'ambito delle attività di sviluppo del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA). Cartografia e indicatori derivati sono disponibili sui siti ISPRA e SNPA con una licenza che ne permette il pieno utilizzo (CC BY 4.0 IT). L'aggiornamento dei dati di quest'anno ha rivisto anche le stime degli anni precedenti.

[9] L'indicatore di densità del consumo di suolo annuale può essere utilizzato per confrontare unità amministrative o ambiti territoriali con superfici di riferimento diverse.

ma del quale è opportuno tenere traccia per valutare eventuali impatti minori sul suolo. Si possono, infine, aggiungere ulteriori 4,6 km² dovuti alle nuove aree rilevate di dimensione inferiore ai 1.000 m², un indice utile a quantificare i nuovi spazi interstiziali costituiti da aree naturali in precedenza di maggiore estensione all'interno di aree già urbanizzate per le quali vengono compromesse la connettività e le funzioni ecosistemiche.

Tabella 4. Densità di consumo di suolo annuale e incremento percentuale di suolo consumato (2023-2024)

Densità del consumo di suolo (m²/ha)	2,78
Consumo di suolo (incremento %)	0,39
Densità del consumo di suolo netto (m²/ha)	2,61
Consumo di suolo netto (incremento %)	0,37

Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

L'incremento percentuale del suolo consumato esprime la variazione percentuale della superficie consumata rispetto a un anno di riferimento. Per l'Italia, rispetto al 2023, l'incremento è stato dello 0,39% che scende allo 0,37% al netto della quota di ripristino (Tabella 4). La variazione percentuale annua del suolo consumato ha, quindi, un valore in aumento (+0,07 punti percentuali rispetto al 2023), riprendendo la tendenza alla crescita del periodo 2020-2022 dopo la pausa del 2023 (Figura 4, a sinistra).

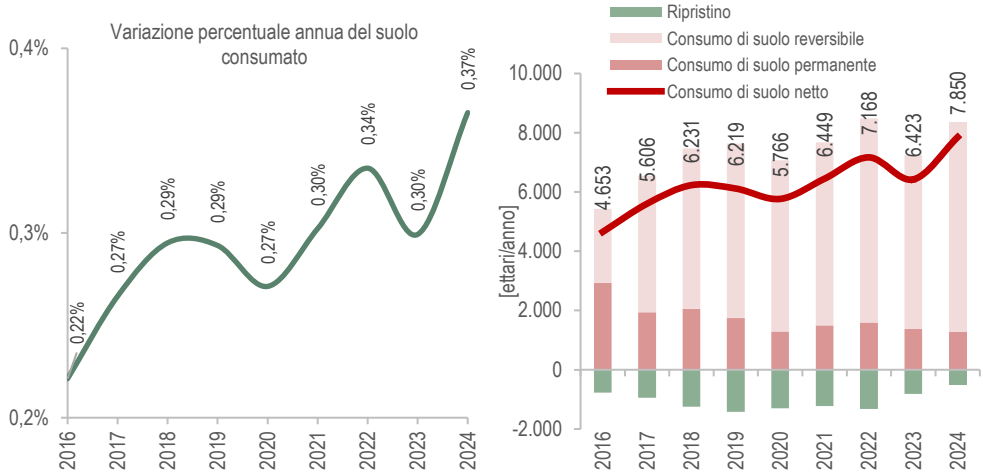


Figura 4. A sinistra: consumo di suolo netto annuale (variazioni percentuali annue del suolo consumato). A destra: consumo di suolo netto annuale suddiviso tra permanente lordo, reversibile lordo e ripristino (variazioni in ettari annue del suolo consumato)

La ripartizione del consumo di suolo nelle sue due componenti principali, permanente e reversibile (Figura 4, a destra) evidenzia come gran parte delle trasformazioni rilevate su base annuale siano di tipo reversibile (l'85 per cento del consumo totale nel 2024). Ciò è spesso imputabile all'avvio di cantieri (consumo reversibile) che nella maggioranza dei casi non si completano nel corso del periodo di rilevazione, avendo tempistiche di realizzazione pluriennali prima della realizzazione delle costruzioni e, quindi, di diventare consumo di suolo permanente. Non si tratta, tuttavia, in questo ultimo caso di nuovo consumo di suolo perché la trasformazione avviene su un ambito considerato, a quel punto, già consumato (anche se in forma reversibile), ma di nuova impermeabilizzazione. La reversibilità è, infatti, molto limitata e le aree ripristinate non riescono a compensare il consumo di suolo, attestandosi sempre su valori decisamente inferiori alle nuove artificializzazioni. Nell'ultimo anno, il valore elevato di con-

sumo di suolo netto dipende anche dalla minore entità delle superfici ripristinate rispetto agli anni precedenti. I dati a livello aggregato indicano che l'incremento del consumo di suolo degli ultimi anni è dovuto fondamentalmente al consumo reversibile, mentre la quota dovuta al consumo permanente cresce in misura molto minore e rimane, a differenza del reversibile, inferiore ai valori rilevati nel periodo 2016-2019. Nell'ultimo anno, la crescita del consumo di suolo reversibile è dovuta in buona parte all'incremento delle superfici destinate a ospitare impianti fotovoltaici a terra (cfr. § *Impianti fotovoltaici*). La velocità del consumo di suolo, con un valore di 22,9 ettari al giorno, aumenta di oltre il 15% rispetto allo scorso anno (Tabella 5). Considerando nel computo la quota di deimpermeabilizzazione e rinaturalizzazione, la velocità scende a 21,5 ettari al giorno, il valore più alto dal 2012 a oggi e si allontana ancora di più degli obiettivi di azzeramento del consumo netto di suolo. I dati confermano, quindi, l'elevato tasso di artificializzazione e di impermeabilizzazione del territorio e che questo processo avviene a velocità elevata, causando la perdita, spesso irreversibile, di aree agricole e naturali. Tali superfici sono state sostituite da nuovi edifici, infrastrutture, insediamenti commerciali, logistici, produttivi e di servizio e da altre aree a copertura artificiale all'interno e all'esterno delle aree urbane esistenti.

Tabella 5. Serie storica della velocità del consumo di suolo e del consumo di suolo netto (2006-2024)

	Consumo di suolo (ha/giorno)	Variazione rispetto al periodo precedente	Consumo di suolo netto (ha/giorno)	Variazione rispetto al periodo precedente
2006-2012	29,04	ND	28,64	ND
2012-2015	16,75	-42,33%	15,33	-46,50%
2015-2016	14,86	-11,25%	12,75	-16,82%
2016-2017	17,94	20,70%	15,36	20,47%
2017-2018	20,47	14,10%	17,07	11,15%
2018-2019	20,92	2,20%	17,04	-0,19%
2019-2020	19,37	-7,41%	15,80	-7,28%
2020-2021	21,02	8,53%	17,67	11,84%
2021-2022	23,25	10,61%	19,64	11,16%
2022-2023	19,84	-14,70%	17,60	-10,39%
2023-2024	22,93	15,61%	21,51	22,22%

Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

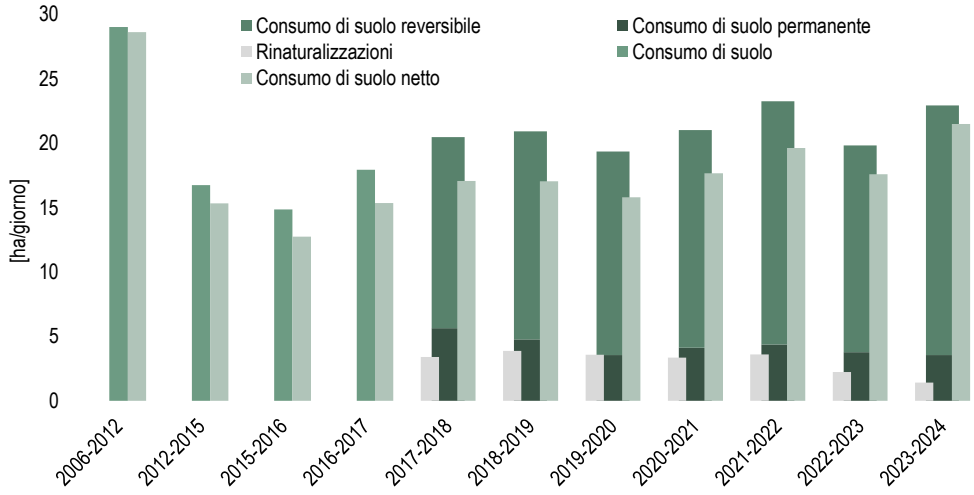


Figura 5. Velocità del consumo di suolo giornaliero (2006-2024). Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Per una migliore comprensione delle caratteristiche degli 83,7 km² di consumo di suolo, si deve tenere conto che oltre 75 km² (circa il 90%) sono avvenuti all'interno di quella parte di territorio teoricamente disponibile o comunque più idonea ai diversi usi, anche definita in alcuni casi come **suolo utile** (Regione Lombardia, 2018) e che coincide con l'area dove insistono generalmente le maggiori pressioni insediative e sede al contempo di suoli di qualità e dalle elevate capacità d'uso agro-forestali. La caratteristica conformazione del territorio italiano comporta il fatto che è considerata utile circa il 61,3% della superficie nazionale e che in questa parte del territorio la densità del consumo di suolo raggiunga i 4,11 m² per ettaro, quasi il 48% in più della media nazionale (Tabella 6).

Tabella 6. Consumo di suolo utile netto annuale tra il 2023 e il 2024

Consumo di suolo utile (km²)	75,44
Densità del consumo di suolo utile (m²/ha)	4,11

Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

I dati della nuova cartografia SNPA del consumo di suolo, che aggiorna e rivede l'intera serie storica sulla base delle nuove immagini satellitari ad alta risoluzione, consentono un'analisi più accurata del territorio permettendo di ottenere nuove stime sul suolo consumato. A livello nazionale (Tabella 8), la copertura artificiale del suolo è stimata in 21.575 km² (per l'87% situati su suolo utile), a cui devono essere aggiunti altri 670 km² di aree soggette ad altre forme di alterazione diretta a causa della copertura artificiale del suolo (come, ad esempio, le serre non pavimentate e i ponti) non considerate come causa di consumo di suolo. Potrebbero, inoltre, essere considerate altre forme di elevato degrado del suolo legate direttamente alla presenza di aree artificiali, in particolare dove la dimensione degli spazi residui non artificiali è inferiore a 1.000 m², pari ad altri 745 km².
Il suolo consumato copre il 7,17% del territorio (7,28% al netto della superficie dei corpi idrici permanenti) con valori in crescita continua (Tabella 7). Aggiungendo le altre coperture non considerate come consumo di suolo e le aree naturali più piccole di 1.000 m², il totale sale al 7,64% del territorio nazionale. La percentuale all'interno del territorio considerato come suolo utile supera il 10% (Tabella 8).

Tabella 7. Stima del suolo consumato dal 2006 al 2023 a livello nazionale (superficie complessiva in km² e in percentuale rispetto alla superficie del territorio nazionale)

Suolo consumato	2006	2012	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2023r[10]
km²	20.247	20.874	21.042	21.089	21.145	21.207	21.269	21.327	21.391	21.463	21.527	21.496
%	6,73	6,94	6,99	7,01	7,03	7,05	7,07	7,09	7,11	7,13	7,15	7,14

Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 8. Stima del suolo consumato (2024) a livello nazionale (superficie complessiva in km² e in percentuale rispetto alla superficie del territorio nazionale)

2024	km²	%
Suolo consumato - superficie a copertura artificiale	21.575	7,17
Altre coperture non considerate come consumo di suolo	670	0,22
Aree non consumate di superficie inferiore ai 1.000 m²	745	0,25
Suolo consumato su suolo utile (% su suolo utile)	18.736	10,22
Suolo consumato - copertura artificiale (% sul territorio nazionale, esclusi i corpi idrici)	21.575	7,28

Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

[10] La variazione rispetto al dato 2023 è dovuta alle revisioni apportate esclusivamente al penultimo anno di monitoraggio come descritto in § *Il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo in Italia*. I dati sulle superfici della serie storica (in termini assoluti e percentuali) sono stati stimati nuovamente dalla cartografia e possono registrare variazioni rispetto a quanto pubblicato in passato sulla base dell'adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale (DPCM 10 novembre 2011) e della recente nota dell'Istituto Geografico Militare per il corretto utilizzo dei sistemi geodetici di riferimento all'interno dei software GIS.

I cambiamenti rilevati nell'ultimo anno si concentrano in alcune aree del Paese, rimanendo particolarmente elevati nella pianura Padana, con maggiore intensità nella parte lombarda e veneta (in particolare lungo l'asse Milano-Venezia) e lungo la direttrice della via Emilia. Il fenomeno rimane molto evidente nel Salento, lungo quasi tutta la costa adriatica, nel Lazio, in Campania e nella Sicilia occidentale e meridionale. Tra le aree metropolitane più colpite ci sono Roma, Napoli, Bari e Catania. La maggior densità del consumo di suolo è stata registrata, anche quest'anno, lungo la fascia costiera entro un chilometro dal mare, nelle aree di pianura, nelle città e nelle zone urbane e periurbane dei principali poli e dei comuni di cintura della frangia urbana (cfr. capitolo seguente per maggiori approfondimenti). La relazione tra il consumo di suolo e le dinamiche della popolazione conferma che il legame tra la demografia e i processi di urbanizzazione e di infrastrutturazione non è diretto e si assiste a una crescita delle superfici artificiali anche in presenza di stabilizzazione, in molti casi di decrescita, della popolazione residente (Tabella 9). Anche a causa della flessione demografica, il suolo consumato pro capite aumenta ancora dal 2023 al 2024 di quasi 1 m^2/ab e di 18,3 m^2/ab dal 2006. Sale anche il consumo di suolo annuale pro capite, che passa da 1,23 a 1,44 m^2/ab. In Figura 6 si può osservare il *trend* in crescita del suolo consumato pro capite a livello nazionale. Si passa, infatti, dai circa 347 m^2/ab nel 2006 ai 365,8 m^2/ab nel 2024. Dal 2006 al 2018 il suolo consumato per abitante è aumentato di 6,5 m^2/ab mentre tra il 2018 e il 2024 si è registrata una crescita quasi tripla pari a 18,4 m^2/ab.

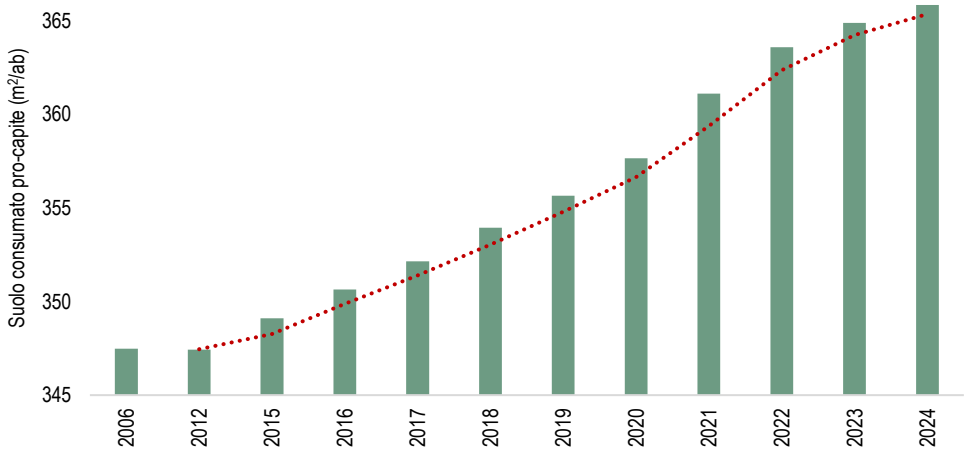


Figura 6. Suolo consumato pro capite a livello nazionale per anno (in tratteggiato rosso la media mobile (periodo: 2). Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Per rappresentare l'efficienza delle trasformazioni è utile analizzare il consumo marginale di suolo, indicatore dato dal rapporto tra il consumo di suolo netto e i nuovi residenti tra un anno e il successivo. A valori positivi elevati di questo indicatore corrisponde un alto e più insostenibile consumo di suolo a fronte di una crescita non significativa della popolazione, mentre valori negativi indicano un aumento del consumo di suolo in presenza di decrescita della popolazione, ovvero in assenza dei meccanismi di domanda che generalmente giustificano la richiesta di consumare suolo (Pileri, 2017). A livello nazionale, il nuovo consumo di suolo netto di 78,50 km^2 avviene a fronte di una decrescita di popolazione di quasi 26 mila abitanti. L'indicatore di consumo di suolo marginale ci rivela come, negli ultimi dodici mesi, per ogni abitante in meno si sia consumato suolo per più di 3.000 m^2 (quasi un terzo di ettaro). Nell'anno precedente la diminuzione della popolazione aveva prodotto valori negativi meno marcati (364,9 m^2/ab). Il valore medio nazionale non tiene in conto delle enormi differenze tra i valori che questo

indicatore assume nei diversi contesti locali (cfr. § *Il livello comunale*). Limitando l'analisi ai soli comuni nei quali la popolazione è cresciuta, ad esempio, il valore medio nazionale che si ottiene è positivo, ed è di 226 m²/ab.
La relazione tra il tasso del consumo di suolo e quello demografico è alla base anche degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, in particolare del target 'assicurare che il consumo di suolo non superi la crescita demografica' e dell'indicatore 11.3.1, calcolato come rapporto tra il tasso di variazione del suolo consumato e il tasso di variazione della popolazione, proposto dalle Nazioni Unite (*Ratio of land consumption rate to population growth rate*). In Tabella 9 viene mostrato il valore ottenuto dal calcolo per i periodi 2021-2022 e 2022-2023, si tratta di valori correlati al consumo di suolo marginale e quindi entrambi negativi. Per le analisi di dettaglio si rimanda al paragrafo dedicato nei capitoli che seguono.

Tabella 9. Consumo di suolo in rapporto alla popolazione

	2006	2023	2024
Suolo consumato pro capite (m²/ab)	347,5	364,9	365,8
	Incr. 2023 - 2024		
Consumo di suolo annuale pro capite (m²/ab)			1,42
Consumo netto di suolo annuale pro capite (m²/ab)			1,33
Consumo marginale di suolo annuale (m²/ab)			-3.023
Rapporto tra il tasso di variazione del suolo consumato e il tasso di variazione della popolazione			-8,28

Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Per valutare la relazione tra permessi di costruire e consumo di suolo, i due fenomeni sono stati confrontati statisticamente confrontando le dinamiche rilevate dalla cartografia SNPA e le tavole messe a disposizione da Istat per gli ultimi anni su base trimestrale, in cui sono riportate le superfici relative ai permessi di costruire. Al fine di allineare il più possibile i dati rispetto ai differenti periodi di monitoraggio, le superfici dei permessi di costruire sono state aggregate per annualità, sommando il primo trimestre dell'anno analizzato con il secondo, terzo e quarto trimestre dell'anno precedente. In tal modo è stata ottenuta una serie storica annuale dal 2016 al 2024 che approssima il periodo di monitoraggio annuale del consumo di suolo.
Il risultato della correlazione tra permessi e consumo di suolo è significativo (coefficiente di determinazione R^2 circa 0,45) indicando che i due fenomeni sono connessi tra loro.
Il grafico normalizzato di Figura 7 mostra l'andamento piuttosto simile dei due fenomeni, nonostante ci sia uno scostamento tra le due curve dal 2020, anno a partire dal quale il consumo di suolo mostra un maggior incremento.
Esiste quindi una correlazione tra permessi di costruire e consumo di suolo, nonostante quest'ultimo non includa solo gli edifici costruiti ma anche tutte le altre categorie di suolo consumato; questo suggerisce la possibilità che non sussista solo una causalità diretta tra permessi di costruire e consumo suolo, ma possano esistere una o più cause esterne che influiscano su entrambi i fenomeni, come ad esempio, politiche territoriali, dinamiche economiche o incentivi fiscali.

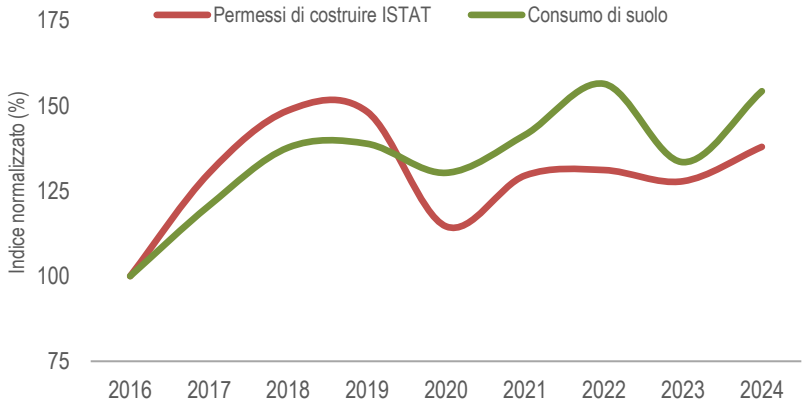


Figura 7. Indici del consumo di suolo e della superficie dei permessi di costruire con base 2016 = 100. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Istat

Figura 8. Cantiere per la realizzazione di un nuovo polo logistico per prodotti alimentari tra i comuni di Frosinone e Ferentino

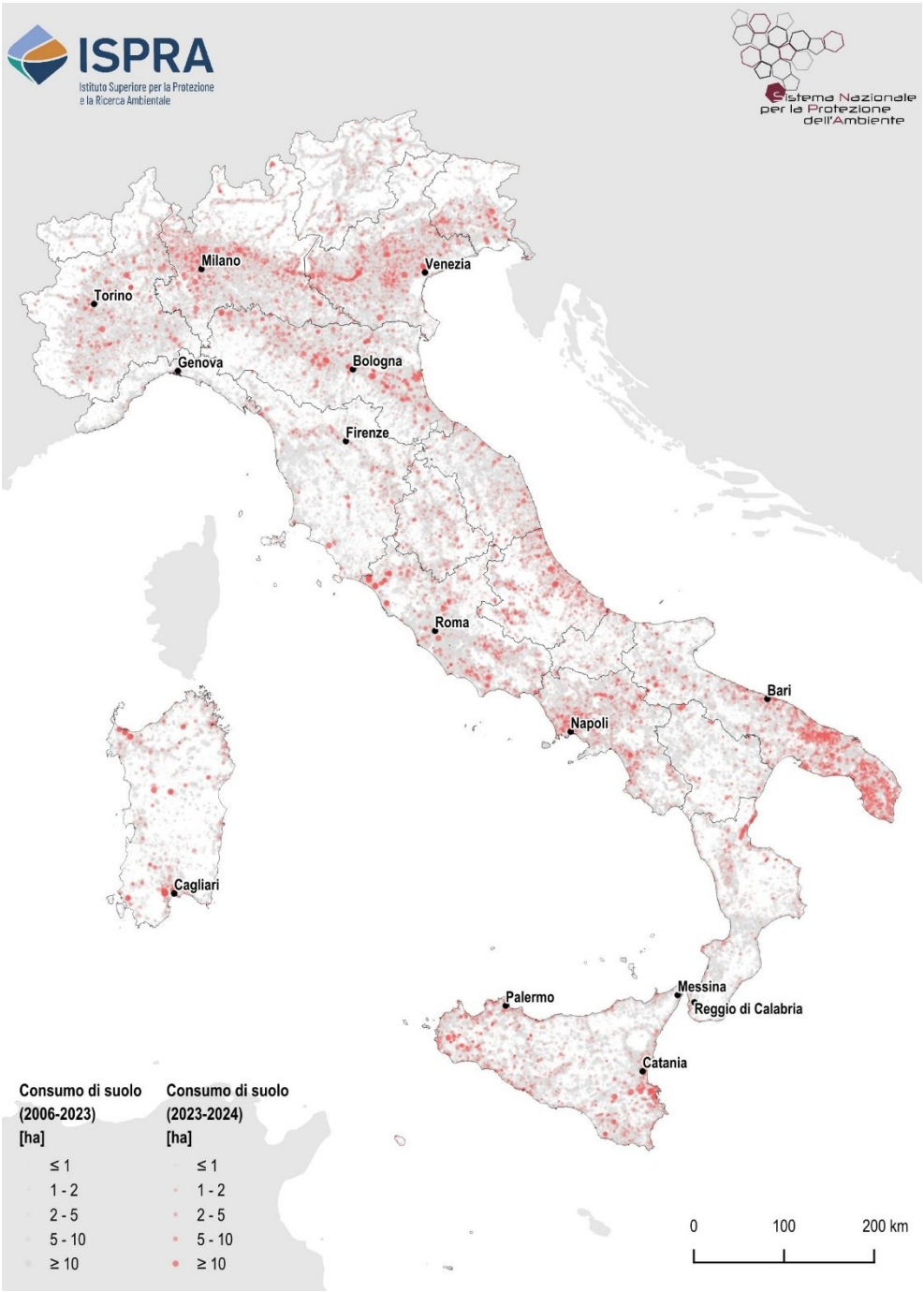


Figura 9. Localizzazione dei principali cambiamenti dovuti al consumo di suolo tra il 2006 e il 2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

IL LIVELLO REGIONALE

In 15 regioni il suolo consumato stimato al 2024 supera il 5% (Tabella 10), con i valori percentuali più elevati che si confermano in Lombardia (12,22%), Veneto (11,86%) e Campania (10,61%)[11]. Sopra alla media nazionale ci sono anche Emilia-Romagna, Lazio, Puglia, Friuli-Venezia Giulia e Liguria. La Valle d'Aosta rimane la regione con la percentuale più bassa (2,16%). Naturalmente va considerata sia la diversa morfologia regionale sia la storica e peculiare evoluzione del territorio nell'interpretare la rilevanza dei valori riscontrati.
Il confronto tra ripartizioni geografiche conferma i valori più alti di suolo consumato per le due ripartizioni del Nord, peraltro le uniche sopra il valore percentuale nazionale.
La Lombardia detiene il primato anche in termini assoluti, con oltre 291mila ettari del suo territorio coperto artificialmente (il 13,5% delle aree artificiali italiane è in questa regione), contro gli appena 7.051 ettari della Valle d'Aosta.

Tabella 10. Indicatori di suolo consumato a livello regionale in termini di superficie complessiva in ettari di aree a copertura artificiale e in termini di percentuale normalizzata rispetto alla superficie territoriale

Regione	2024	
	Suolo consumato (ha)	Suolo consumato (%)
Piemonte	171.136	6,74
Valle d'Aosta	7.051	2,16
Lombardia	291.198	12,22
Liguria	39.524	7,30
Nord-Ovest	**508.909**	**8,79**
Friuli-Venezia Giulia	63.603	8,05
Trentino-Alto Adige	39.346	2,90
Emilia-Romagna	201.754	8,99
Veneto	216.871	11,86
Nord-Est	**521.574**	**8,39**
Umbria	44.538	5,28
Marche	65.141	7,00
Toscana	142.096	6,20
Lazio	141.340	8,24
Centro	**393.115**	**6,80**
Basilicata	32.101	3,21
Molise	17.515	3,95
Abruzzo	54.402	5,05
Calabria	76.944	5,10
Puglia	158.628	8,19
Campania	144.055	10,61
Sud	**483.645**	**6,60**
Sardegna	81.786	3,39
Sicilia	168.431	6,56
Isole	**250.217**	**5,03**
Italia	**2.157.460**	**7,17**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

[11] Come per il caso nazionale, anche le stime regionali sono state revisionate e aggiornate, grazie al maggiore livello di dettaglio offerto dalla nuova disponibilità di immagini satellitari, riuscendo in questo modo a escludere dal computo superfici da non considerare consumate o recuperando trasformazioni di piccola dimensione che non era stato possibile catturare in precedenza.

Tabella 11. Indicatori di consumo di suolo e consumo di suolo netto annuali

Regione	2023-2024					
	Consumo di suolo	Consumo di suolo netto	Consumo di suolo	Consumo di suolo netto	Densità di consumo di suolo	Densità di consumo di suolo netto
	(ha)		(%)		(m²/ha)	
Piemonte	557	503	0,33	0,29	2,19	1,98
Valle d'Aosta	11	10	0,15	0,15	0,33	0,32
Lombardia	834	768	0,29	0,26	3,50	3,22
Liguria	28	23	0,07	0,06	0,51	0,43
Nord-Ovest	**1.430**	**1.305**	**0,28**	**0,26**	**2,47**	**2,25**
Friuli-Venezia Giulia	182	169	0,29	0,27	2,30	2,15
Trentino-Alto Adige	138	134	0,35	0,34	1,02	0,99
Emilia-Romagna	1.013	870	0,50	0,43	4,51	3,88
Veneto	730	655	0,34	0,30	3,99	3,58
Nord-Est	**2.062**	**1.828**	**0,40**	**0,35**	**3,32**	**2,94**
Umbria	143	141	0,32	0,32	1,70	1,68
Marche	176	172	0,27	0,26	1,89	1,84
Toscana	271	265	0,19	0,19	1,18	1,15
Lazio	785	760	0,56	0,54	4,57	4,43
Centro	**1.375**	**1.338**	**0,35**	**0,34**	**2,38**	**2,31**
Basilicata	113	108	0,35	0,34	1,13	1,08
Molise	49	41	0,28	0,24	1,10	0,94
Abruzzo	321	299	0,59	0,55	2,98	2,78
Calabria	231	231	0,30	0,30	1,53	1,53
Puglia	818	807	0,52	0,51	4,22	4,17
Campania	495	454	0,34	0,32	3,65	3,34
Sud	**2.028**	**1.940**	**0,42**	**0,40**	**2,77**	**2,65**
Sardegna	677	667	0,83	0,82	2,81	2,77
Sicilia	799	773	0,48	0,46	3,11	3,01
Isole	**1.476**	**1.439**	**0,59**	**0,58**	**2,97**	**2,89**
Italia	**8.370**	**7.850**	**0,39**	**0,37**	**2,78**	**2,61**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

La superficie maggiore di nuove superfici artificiali, espressa in ettari, per l'ultimo anno (Tabella 11) si è verificata nelle regioni Emilia-Romagna (+1.013), Lombardia (+834), Puglia (+818), Sicilia (+799) e Lazio (+785). La Valle d'Aosta si conferma la regione con il consumo inferiore, ma aggiunge comunque più di 10 ettari alla sua superficie consumata. Tra le altre, solo la Liguria (+28 ha) e il Molise (+49) hanno contenuto il loro consumo al di sotto di 50 ettari.
In termini di incremento percentuale rispetto alla superficie artificiale dell'anno precedente, il valore più elevato è quello della Sardegna (+0,83%), seguono Abruzzo (+0,59%) e Lazio (+0,56%). Sopra la media nazionale (+0,39%), ci sono anche Puglia, Emilia-Romagna e Sicilia (Tabella 11).
Nella stessa tabella vengono presentati anche i valori netti del consumo di suolo, che tengono conto delle superfici ripristinate, sottratte al consumo di suolo complessivo. Nella Tabella 12 è riportato il dettaglio delle superfici ripristinate. Si tratta di aree dove si sono registrati dei passaggi da suolo artificializzato a suolo non artificializzato, spesso dovuti alla rinaturalizzazione di aree di cantiere, fenomeno che ha riguardato superfici nell'ordine di grandezza delle decine di ettari. Un caso particolare è rappresentato dall'Emilia-Romagna, con oltre 143 ettari ripristinati, dovuti in gran parte alla rinaturalizzazione di cave e alla chiusura di cantieri di metanodotti e di altre opere.
Nella Tabella 12 è riportata anche la suddivisione delle quote di consumo di suolo permanente e reversibile. Solo cinque regioni hanno una quota di consumo reversibile inferiore alla media nazionale (84,5% del consumo totale), la più bassa si registra nel Veneto (70,7%), seguita da Lombardia (70,9%),

Valle d'Aosta (73,1%), Piemonte (79,7%) e Marche (80,7%). Tra le cause del consumo di suolo reversibile rientra anche l'installazione di alcune tipologie di impianti fotovoltaici a terra. Rispetto agli anni precedenti, tra il 2023 e il 2024 si è registrato un notevole aumento di questa forma di consumo (cfr. § *Impianti fotovoltaici*) che, per la metà delle regioni, rappresenta oltre il 20% del consumo (media nazionale del 20,3%). Per il Lazio il 56,5% delle superfici consumate è riferibile a nuovi impianti fotovoltaici, con valori percentuali molto elevati anche in Sardegna (43,3%), Molise (41,3%), Basilicata e Sicilia (34%; Tabella 12).

Tabella 12. Distinzione tra consumo di suolo permanente e reversibile, ripristino e consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra (valori annuali)

Regione	2023-2024					
	Consumo di suolo permanente	Consumo di suolo reversibile	Consumo di suolo reversibile rispetto al totale del consumo	Ripri-stino	Consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra	Consumo di suolo da impianti fotovoltaici a terra rispetto al totale del consumo
	(ha)		(%)	(ha)		(%)
Piemonte	113	444	79,7	54	390	29,9
Valle d'Aosta	3	8	73,1	0	11	-
Lombardia	243	591	70,9	66	803	3,7
Liguria	4	24	86,7	5	28	-
Nord-Ovest	**363**	**1.067**	**74,6**	**125**	**1.232**	**13,8**
Friuli-Venezia Giulia	18	164	90,2	12	140	22,8
Trentino-Alto Adige	12	126	91,5	4	138	-
Emilia-Romagna	143	870	85,9	143	909	10,2
Veneto	214	516	70,7	75	693	5,0
Nord-Est	**386**	**1.676**	**81,3**	**234**	**1.881**	**8,8**
Umbria	14	129	90,5	2	140	2,3
Marche	34	142	80,7	5	147	16,4
Toscana	39	231	85,4	6	237	12,4
Lazio	102	683	87,0	25	341	56,5
Centro	**189**	**1.185**	**86,2**	**38**	**865**	**37,0**
Basilicata	13	101	88,9	5	74	34,8
Molise	7	42	86,0	7	29	41,3
Abruzzo	40	281	87,5	22	241	25,1
Calabria	28	204	88,0	0	218	5,8
Puglia	65	753	92,0	11	758	7,4
Campania	72	423	85,4	42	461	7,0
Sud	**225**	**1.803**	**88,9**	**88**	**1.779**	**12,3**
Sardegna	29	647	95,6	10	384	43,3
Sicilia	102	697	87,3	26	527	34,0
Isole	**131**	**1.344**	**91,1**	**36**	**911**	**38,3**
Italia	**1.294**	**7.076**	**84,5**	**520**	**6.669**	**20,3**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Nel grafico a dispersione in Figura 13 si mettono in relazione la variazione annuale percentuale tra il 2023 e il 2024 e il suolo consumato percentuale per l'ultima rilevazione (2024), la dimensione delle sfere è proporzionale, invece, al consumo di suolo lordo tra il 2023 e il 2024. In questo modo si possono evidenziare raggruppamenti omogenei di regioni sulla base dei valori graficati e al tempo stesso delineare differenze sostanziali tra le stesse, come ad esempio, la discrepanza tra i valori di Trentino-Alto Adige, Basilicata, Molise (nella parte sinistra del grafico) e regioni come la Sardegna (in alto) che per valori simili di suolo consumato, hanno incrementi annuali maggiori in proporzione.

A livello di ripartizione geografica, nell'ultimo anno le Isole (+0,59%) hanno registrato il valore di crescita percentuale del consumo di suolo più alto (Tabella 11), seguono il Sud e il Nord-Est con valori inferiori (0,42% e 0,40%). Le altre ripartizioni si attestano allo 0,35% (Centro) e 0,28% (Nord-Ovest), al di sotto del valore nazionale (0,39%). Anche in questo caso vanno sottolineate le differenze dei valori netti, in particolare per la regione Emilia-Romagna.
La densità dei cambiamenti netti tra il 2023 e il 2024, ovvero il consumo di suolo annuale rapportato alla superficie territoriale, evidenzia invece il contributo prevalente del Nord-Est 3,32 m²/ha oltre la media nazionale di 2,77 m²/ha. Da segnalare i valori oltre la media appena citata di 7 regioni, tra queste, la densità del consumo di suolo è più alta quest'anno nel Lazio (4,57 m²/ha), Emilia-Romagna (4,51 m²/ha) e Puglia (4,22 m²/ha). Si tratta di valori più alti rispetto alla media nazionale di tutti i periodi della serie storica di Tabella 13, che confermano l'insistenza del fenomeno nelle stesse aree emerse nelle scorse rilevazioni. La lettura dei principali indicatori per il livello regionale e nazionale riporta una tendenza che sarà difficile da contenere in ottica degli obiettivi di sviluppo sottoscritti dal nostro Paese in ambito comunitario e internazionale, anche alla luce delle rilevazioni dell'ultimo anno, in crescita per la maggior parte delle regioni (si vedano ad esempio i confronti dei valori nazionali e stimati per ripartizione geografica di Figura 10 e Figura 11). La densità con la quale avvengono i cambiamenti continua ad attestarsi su livelli preoccupanti, nonostante diminuisca il territorio a disposizione e cresca la competizione per i suoli naturali per effetto della richiesta del comparto agricolo e del settore energetico.

Tabella 13. Serie storica del consumo di suolo medio annuale tra il 2006 e il 2024

Regione	Consumo di suolo annuale (ha)					Densità consumo di suolo annuale (m²/ha)				
	2023-2024	2020-2023	2017-2020	2012-2017	2006-2012	2023-2024	2020-2023	2017-2020	2012-2017	2006-2012
Piemonte	557	667	627	371	864	2,19	2,63	2,47	1,46	3,40
Valle d'Aosta	11	23	19	24	9	0,33	0,69	0,59	0,75	0,29
Lombardia	834	931	806	586	1.355	3,50	3,91	3,38	2,46	5,69
Liguria	28	36	44	41	71	0,51	0,67	0,82	0,77	1,32
Nord-Ovest	**1.430**	**1.657**	**1.497**	**1.023**	**2.300**	**2,47**	**2,86**	**2,59**	**1,77**	**3,97**
Friuli-Venezia Giulia	182	153	164	179	219	2,30	1,94	2,08	2,27	2,77
Trentino-Alto Adige	138	139	170	169	106	1,02	1,02	1,25	1,24	0,78
Emilia-Romagna	1.013	901	770	611	941	4,51	4,01	3,43	2,72	4,20
Veneto	730	964	1.133	737	1.066	3,99	5,27	6,19	4,03	5,83
Nord-Est	**2.062**	**2.157**	**2.236**	**1.695**	**2.332**	**3,32**	**3,47**	**3,60**	**2,73**	**3,75**
Umbria	143	104	123	154	259	1,70	1,23	1,45	1,83	3,08
Marche	176	250	240	209	387	1,89	2,69	2,58	2,25	4,16
Toscana	271	333	335	261	374	1,18	1,45	1,46	1,14	1,63
Lazio	785	486	445	429	893	4,57	2,83	2,59	2,50	5,20
Centro	**1.375**	**1.173**	**1.142**	**1.053**	**1.913**	**2,38**	**2,03**	**1,97**	**1,82**	**3,31**
Basilicata	113	118	141	130	208	1,13	1,18	1,41	1,30	2,08
Molise	49	64	57	34	59	1,10	1,44	1,29	0,76	1,33
Abruzzo	321	284	262	151	265	2,98	2,64	2,44	1,40	2,46
Calabria	231	136	130	264	457	1,53	0,90	0,86	1,75	3,03
Puglia	818	588	610	487	1.460	4,22	3,03	3,15	2,51	7,54
Campania	495	630	501	428	516	3,65	4,63	3,69	3,15	3,80
Sud	**2.028**	**1.819**	**1.702**	**1.494**	**2.965**	**2,77**	**2,48**	**2,32**	**2,04**	**4,05**
Sardegna	677	412	271	231	239	2,81	1,71	1,12	0,96	0,99
Sicilia	799	582	545	566	851	3,11	2,27	2,12	2,21	3,31
Isole	**1.476**	**994**	**816**	**797**	**1.089**	**2,97**	**2,00**	**1,64**	1,60	2,19
Italia	**8.370**	**7.800**	**7.393**	**6.063**	**10.600**	**2,78**	**2,59**	**2,46**	**2,01**	**3,52**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

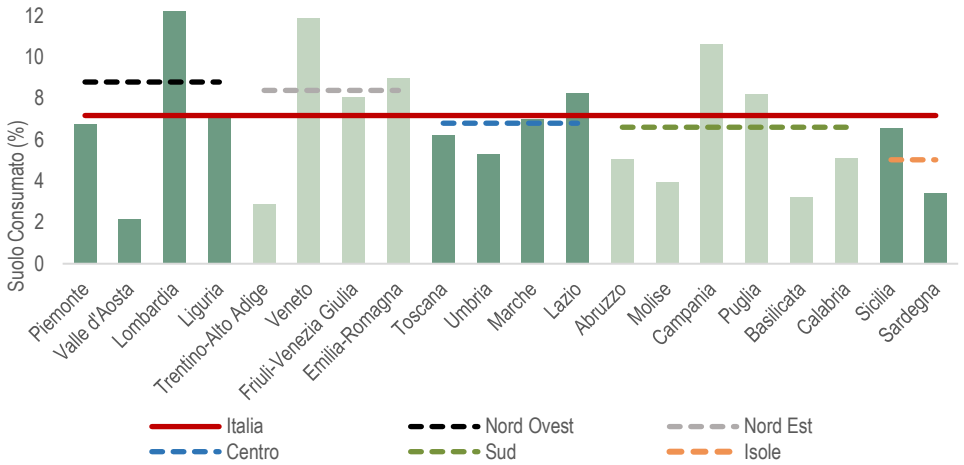


Figura 10. Suolo consumato percentuale a livello regionale e di ripartizione geografica (2024). In rosso la percentuale nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

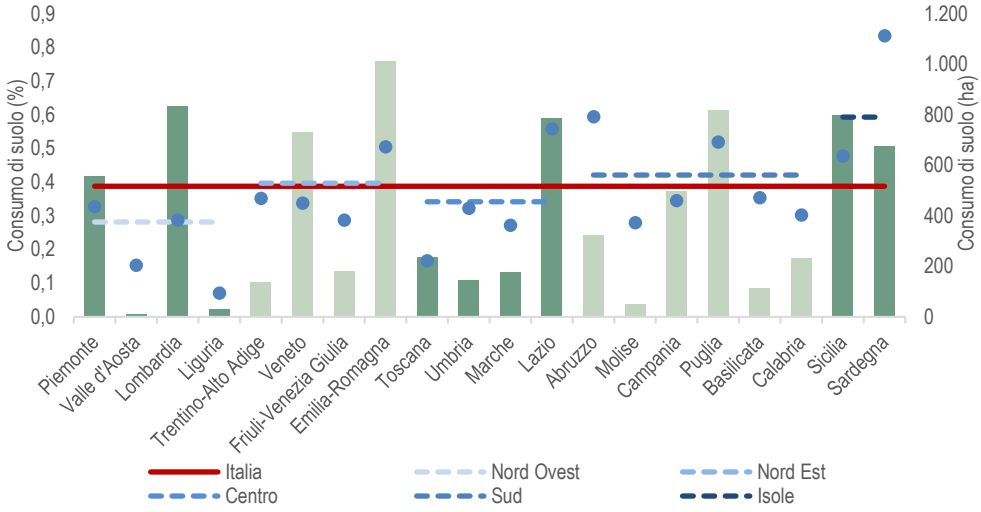


Figura 11. Consumo di suolo a livello regionale. Incremento percentuale (punti in nero) e in ettari (barre in verde) tra il 2023 e il 2024. È dato anche l'incremento percentuale nazionale (linea in rosso) e per ripartizione geografica (linee tratteggiate in azzurro). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

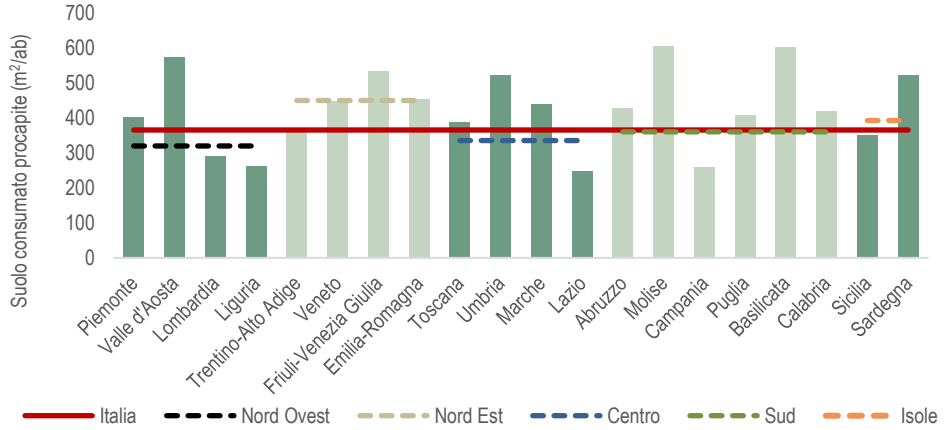


Figura 12. Suolo consumato pro capite nel 2024 in metri quadrati per abitante, con valore nazionale (in rosso) e per ripartizione geografica. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati di popolazione Istat

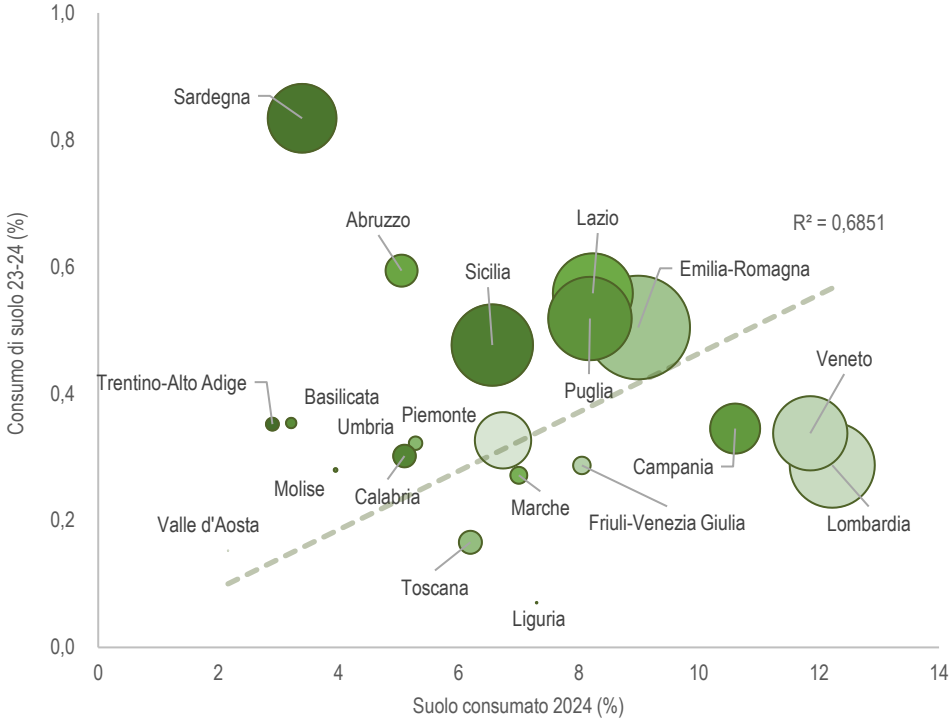


Figura 13. Relazione tra consumo di suolo 2023-24, suolo consumato percentuale 2024 e consumo di suolo annuale in ettari (proporzionale all'area delle bolle) per regione. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

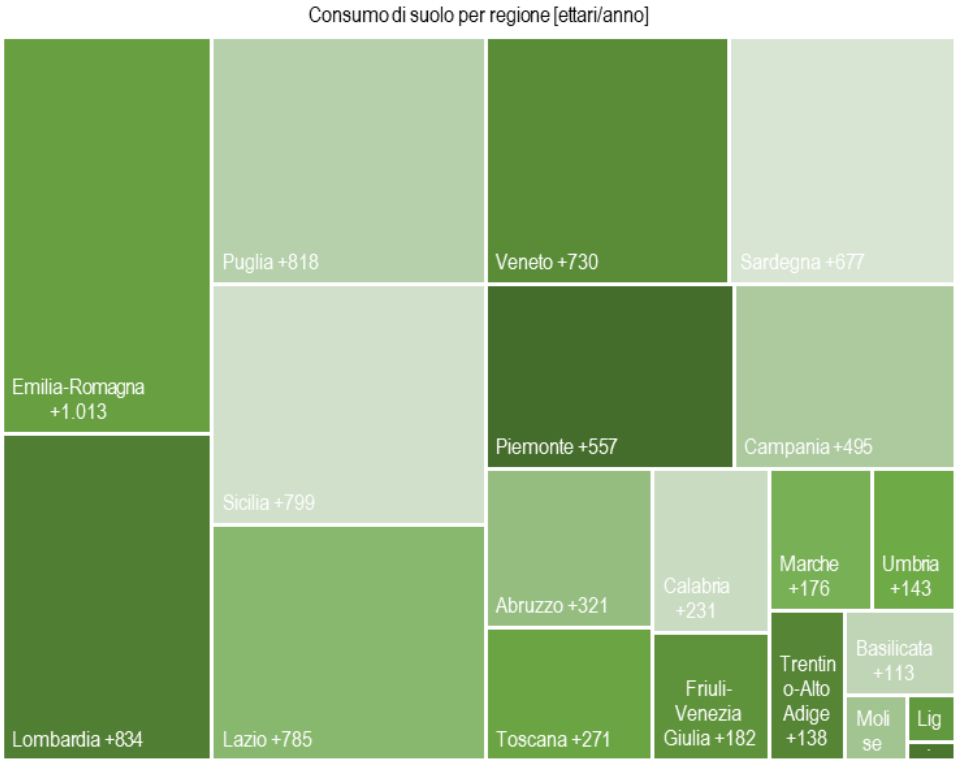


Figura 14. Ripartizione del consumo di suolo annuale 2023-2024 per regione. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

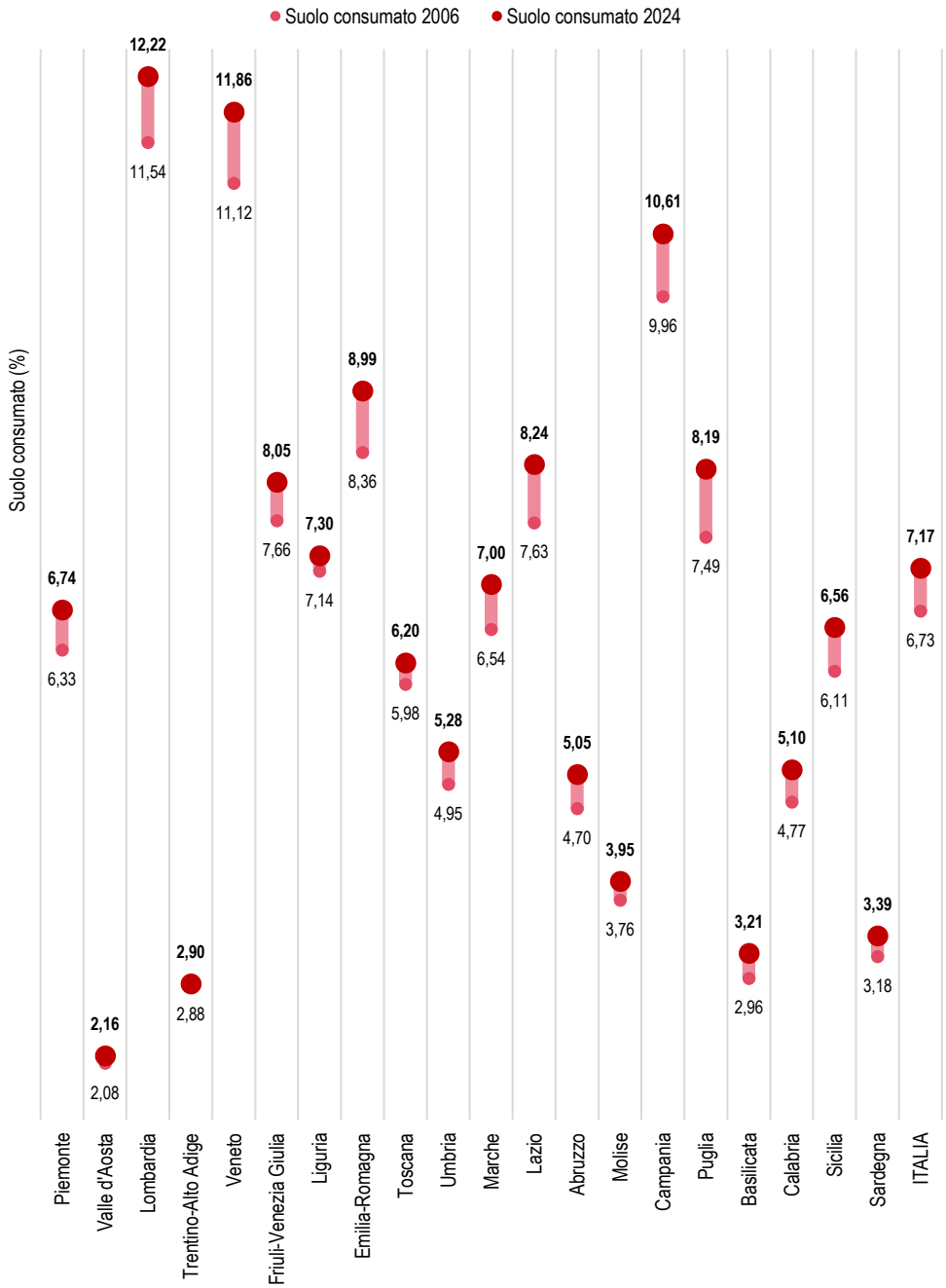


Figura 15. Percentuale di suolo consumato al 2006 e al 2024 a livello regionale e nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

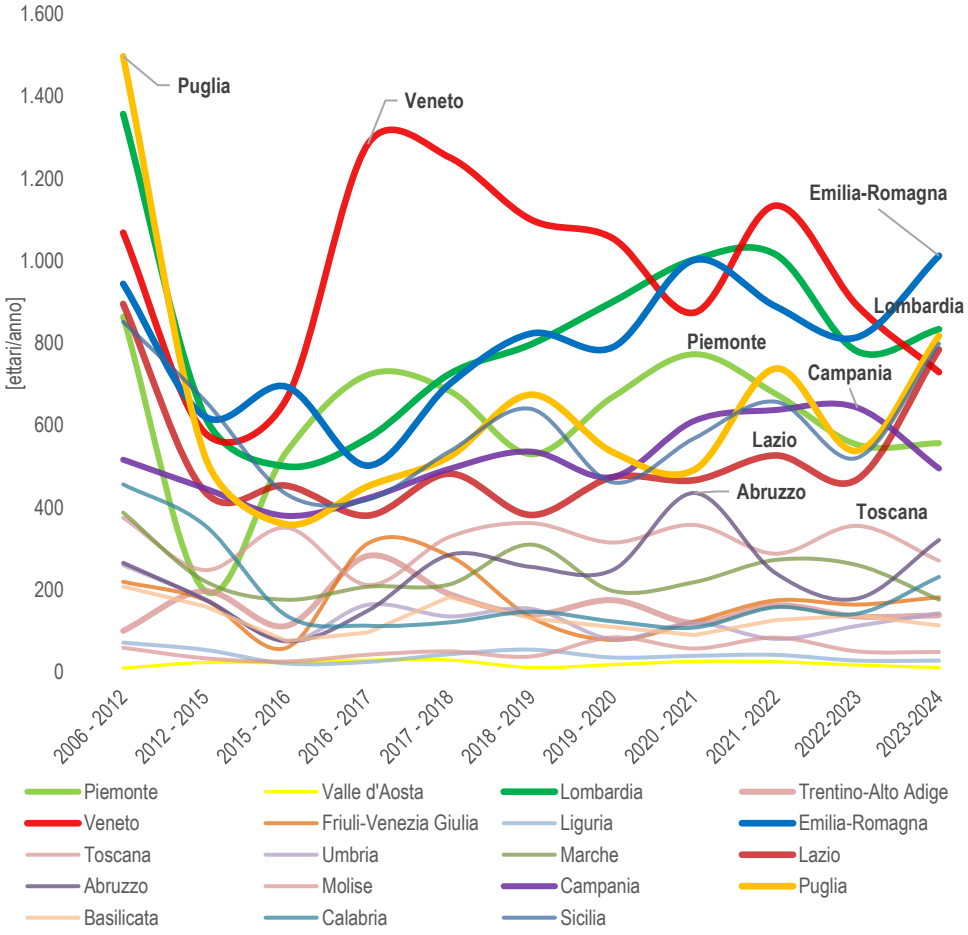


Figura 16. Andamento del consumo di suolo annuale a livello regionale dal 2006 al 2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Una misura della causalità del consumo di suolo in relazione alle esigenze demografiche è offerta da diversi indicatori (Tabella 14). In termini di **suolo consumato pro capite**, i valori regionali più alti risentono della bassa densità abitativa tipica di alcune regioni. Il Molise presenta storicamente il valore più alto (606 m^2/ab) quasi 5 m^2 in più per ogni abitante rispetto allo scorso anno e di molto superiore al valore nazionale (366 m^2/ab) che è salito di 1 m^2, seguita da Basilicata (602 m^2/ab) e Valle d'Aosta (574 m^2/ab). Lazio, Campania, Liguria, Lombardia, Sicilia e il Trentino-Alto Adige presentano i valori più bassi e al di sotto del valore nazionale.
Limitandosi alla crescita annuale, risaltano anche in questo caso i valori elevati della Sardegna (4,31 m^2/ab), quasi il triplo del dato nazionale sul **consumo di suolo pro capite** (1,42 m^2/ab) e già negli anni passati prima regione in questa classifica. Anche la Liguria conferma le tendenze della serie storica, registrando il valore più basso (0,18 m^2/ab).
L'indicatore di **consumo di suolo marginale** evidenzia che, in un periodo storico di particolare riduzione della popolazione (quasi 26 mila unità in meno in un anno), regioni con valori alti di consumo di suolo e decrescita demografica restituiscono i valori (negativi) relativi alla minore sostenibilità e sintomo

di consumi di suolo elevati a fronte di calo degli abitanti. A questa scala di analisi, valori positivi si registrano solamente dove gli abitanti residenti sono in aumento rispetto allo scorso anno. Nel confronto tra il 2023 e il 2024, questa situazione si manifesta in Piemonte, Friuli-Venezia Giulia, Veneto, Emilia-Romagna, Trentino-Alto Adige, Lombardia e Liguria. Valori elevati, così come valori negativi molto bassi (come per Toscana, Lazio e Marche), derivano da variazioni demografiche limitate che portano a risultati non particolarmente significativi dell'indicatore. Anche l'indicatore SDG 11.3.1 *Ratio of land consumption rate to population growth rate* (cfr. § *Il consumo di suolo in Italia*) indica situazioni di significativo sbilanciamento tra consumo e popolazione, assumendo il valore negativo massimo, in analogia con il precedente indicatore, pari a -5,34 nel Lazio. Il valore positivo massimo pari a 46,10 è in Piemonte. Nell'interpretazione dell'indicatore occorre ricordare che valori di sostenibilità, secondo le linee guida delle Nazioni Unite sono solitamente associati ai risultati nell'intervallo compreso tra zero e l'unità.

Tabella 14. Consumo di suolo in rapporto alla popolazione

Regione	Suolo consumato pro capite 2023	Suolo consumato pro capite 2024	Consumo di suolo pro capite 2023-2024	Consumo di suolo marginale 2023-2024	Indicatore *Ratio of land consumption rate to population growth rate*
	(m^2/ab)				
Piemonte	401	403	1,31	18.501	46,10
Valle d'Aosta	572	574	0,87	-407	-0,71
Lombardia	291	291	0,83	216	0,74
Trentino-Alto Adige	364	363	1,27	242	0,64
Veneto	446	447	1,50	2.460	5,52
Friuli-Venezia Giulia	531	532	1,52	4.605	8,67
Liguria	262	262	0,18	155	0,59
Emilia-Romagna	453	453	2,28	606	1,34
Toscana	387	388	0,74	-1.824	-4,71
Umbria	518	522	1,68	-423	-0,81
Marche	438	439	1,19	-1.105	-2,52
Lazio	246	247	1,37	-1.312	-5,34
Abruzzo	425	429	2,53	-979	-2,30
Molise	601	606	1,69	-294	-0,49
Campania	256	258	0,89	-290	-1,13
Puglia	404	408	2,10	-474	-1,17
Basilicata	595	602	2,12	-248	-0,41
Calabria	415	419	1,26	-287	-0,69
Sicilia	348	351	1,67	-464	-1,33
Sardegna	514	521	4,31	-866	-1,68
Italia	**365**	**366**	**1,42**	**-3.023**	**-8,26**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Un'analisi della distribuzione in relazione alla dimensione economica regionale è effettuata attraverso il confronto del consumo 2022-2023 con Valore Aggiunto[12] e il numero di addetti all'industria[13] (Tabella 15). Questa analisi vuole evidenziare il legame tra il consumo di suolo e le variazioni economiche, in termini di valore aggiunto che ricadono nella regione. Questa prima relazione appare più marcata in Sardegna dove per ogni euro di valore aggiunto si sono consumati 174 metri quadri di suolo, mentre

[12] Risultante della differenza tra il valore della produzione di beni e servizi conseguita dalle singole branche produttive ed il valore dei beni e servizi intermedi dalle stesse consumati (materie prime e ausiliarie impiegate e servizi forniti da altre unità produttive). Corrisponde alla somma delle retribuzioni dei fattori produttivi e degli ammortamenti. Può essere calcolato ai prezzi di base, ai prezzi al produttore e al costo dei fattori (fonte IstatData).

[13] Nuove occupazioni per il settore delle costruzioni per l'anno 2023 (fonte IstatData).

appare più efficiente, limitatamente alle considerazioni che possono essere fatte per un indicatore di tipo esplorativo come questo, in Liguria, dove per ogni euro di valore aggiunto in questo settore sono stati consumati solamente 9 m^2 sebbene si tratti di valori assoluti di consumo di suolo molto distanti tra loro (quasi 28 ettari la Liguria e poco meno di 462 ettari la Sardegna). Ricercando invece i legami del fenomeno con la dimensione occupazionale, sempre per lo stesso settore delle costruzioni, emerge il dato Lombardo, seconda regione per consumo nella scorsa annualità, che per ogni nuova occupazione ha consumato 708 m^2. Friuli-Venezia Giulia, Molise e Campania registrano valori oltre la media nazionale (319 m^2 per nuovo occupato). Ci sono casi per i quali il nuovo consumo non ha portato alla crescita del numero di occupati ma anzi ha prodotto valori per questo indicatore negativi, è il caso ad esempio della Sardegna che ha visto diminuire di un'unità l'occupazione del settore ogni 923 m^2 di nuovo consumo.

Un terzo indicatore mette in relazione il consumo di suolo tra il 2023 e il 2024 ad ogni nuovo permesso a costruire registrato nell'anno precedente, sia che si tratti di edifici residenziali che non residenziali. I dati ricavati dalle tavole messe a disposizione da Istat e aggregate per regione sono mostrati nella colonna **permessi di costruire**. Spiccano in questo caso i numeri elevati di permessi richiesti in Lombardia (3.292), Veneto (2.981) e Campania (2.578). Mentre il rapporto con i metri quadrati consumati, considerando solamente le classi del consumo "fabbricati e altri edifici" e le "altre aree permeabili" (cantieri e altre trasformazioni temporanee) riportano come più elevati i valori di Puglia (393 m^2 per permesso) e Emilia-Romagna (374 m^2 per permesso).

Tabella 15. Consumo di suolo per "fabbricati e altri edifici" e "altre aree permeabili" (cantieri e altre trasformazioni temporanee) annuale (2022-2023) per € di valore aggiunto, per nuove occupazioni e per numero di permessi a costruire rilasciati nell'anno 2023

Regione	Consumo di suolo per valore aggiunto	Consumo di suolo per nuove occupazioni nel settore delle costruzioni	Permessi di costruire nel 2023	Consumo di suolo per permesso a costruire (Edifici residenziali e non residenziali)
	m^2/€	m^2/nuove occupazioni	n. permessi	m^2/permessi a costruire
Piemonte	70	-142	1.309	227
Valle d'Aosta	47	85	80	99
Lombardia	34	708	3.292	194
Liguria	9	0	283	71
Nord-Ovest	**40**	**-529**	**4.964**	**194**
Friuli-Venezia Giulia	73	409	493	247
Trentino-Alto Adige	40	56	939	143
Emilia-Romagna	93	-121	1.750	374
Veneto	87	185	2.981	186
Nord-Est	**81**	**2.221**	**6.163**	**237**
Umbria	73	140	413	254
Marche	90	123	877	138
Toscana	54	-114	987	204
Lazio	42	33	1.086	197
Centro	**54**	**85**	**3.363**	**191**
Basilicata	140	275	204	296
Molise	103	500	190	98
Abruzzo	64	64	689	247
Calabria	65	203	912	205
Puglia	92	235	1.651	393
Campania	80	428	1.756	225
Sud	**83**	**214**	**5.402**	**274**
Sardegna	174	-923	1.147	297

Sicilia	85	173	2.578	160
Isole	**112**	**393**	**3.725**	**202**
Italia	**66**	**319**	**23.617**	**224**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Istat

IL LIVELLO PROVINCIALE

I dati relativi al suolo consumato (2024) e al consumo di suolo annuale (2023-2024) a livello provinciale sono riportati in Tabella 16. La provincia di Monza e Brianza si conferma al primo posto per percentuale di suolo artificiale, con circa il 41% del territorio provinciale consumato, confermando il primato degli scorsi anni e registrando un ulteriore incremento di 47 ettari. Sopra il 30% di suolo consumato le province di Napoli (35%) e Milano (32%), mentre Trieste (21%) e Varese (21%) superano il 20%, con Padova (19%) e Treviso (17%) leggermente sotto la soglia di un quinto del territorio provinciale consumato (Figura 19).

Le province che hanno mostrato il maggiore incremento in termini di superficie consumata tra il 2023 e il 2024 sono Viterbo (+424 ettari), Sassari (+245 ettari) e Lecce (+239 ettari).

In termini assoluti, la città metropolitana di Roma continua a essere quella con la maggiore superficie consumata con circa 70.528 ettari, inclusi i 140 ettari aggiuntivi dell'ultimo anno (137 al netto dei ripristini). Roma è seguita da Torino che ha raggiunto circa 58.731 ettari con un incremento di 134 ettari.

Cagliari anche in quest'ultimo anno registra la densità di consumo di suolo più elevata, con 17,81 m^2 di suolo consumato per ogni ettaro di territorio provinciale (Figura 18). Oltre alla provincia di Cagliari, solo quelle di Viterbo, Monza e Brianza e Milano superano la soglia dei 10 m^2/ha consumati durante l'ultimo anno. Tra i valori più bassi per questo indicatore troviamo invece le province di Imperia (ultima anche per consumo di suolo in termini assoluti nell'ultimo anno), Reggio Calabria e Aosta.

In Figura 17 sono riportati gli andamenti del consumo di suolo annuale nelle città metropolitane, mentre le altre tavole alle pagine seguenti riportano la percentuale di suolo consumato al 2024 (Figura 19), il suolo consumato pro capite al 2023 (Figura 20), la densità di consumo di suolo annuale tra il 2022 e il 2023 (Figura 21) e il consumo di suolo pro capite tra il 2022 e il 2023 (Figura 22) a livello provinciale.

Analizzando la distribuzione territoriale del consumo di suolo (Figura 21), è evidente come, al di là delle maggiori aree metropolitane, le province della pianura Emiliana-Lombardo-Veneta presentino densità del consumo di suolo generalmente sopra la media nazionale, con poche eccezioni. Sempre sopra la media molte province della costa adriatica, di Roma, della Campania e della Sardegna.

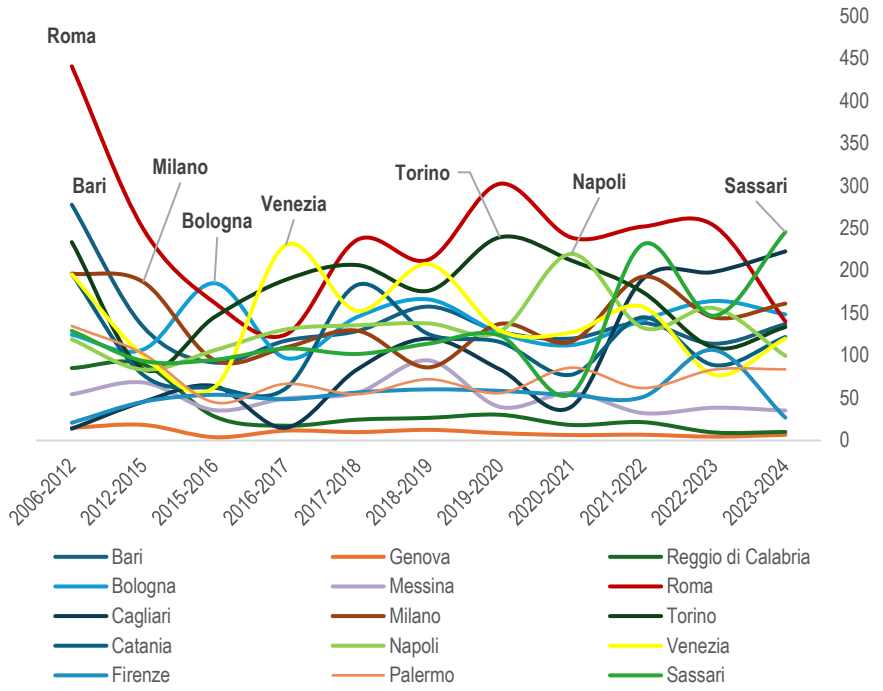


Figura 17. Consumo di suolo annuale in ettari tra il 2006 e il 2024 nelle città metropolitane. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

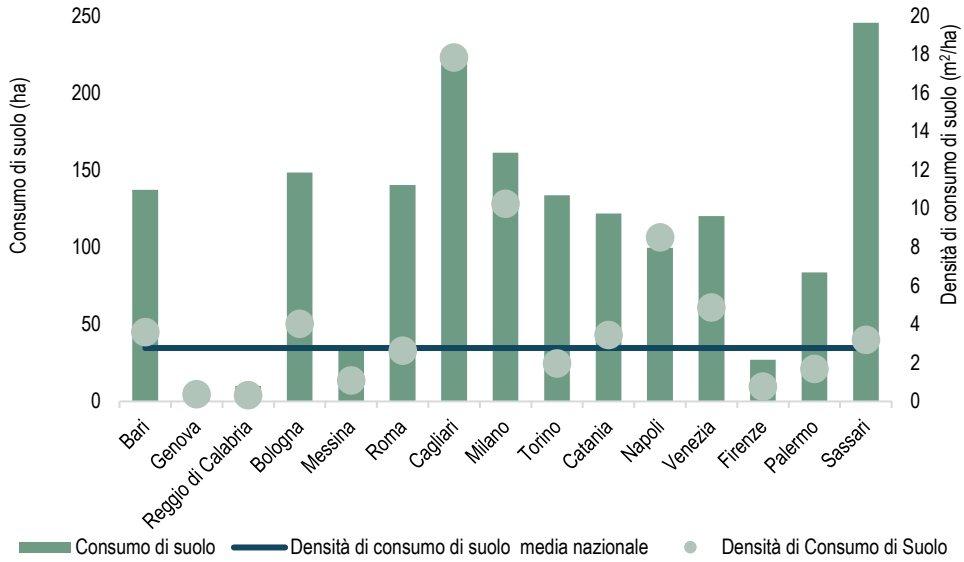


Figura 18. Consumo di suolo e densità di consumo di suolo annuali (2023-2024) all'interno delle città metropolitane. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 16. Suolo consumato (2023 e 2024) e consumo di suolo annuale (2024-2024) a livello provinciale

Provincia / Regione	Suolo consumato 2023	Suolo consumato 2024	Suolo consumato pro capite 2024	Consumo di suolo 2023-2024	Consumo di suolo 2023-2024	Consumo pro capite 2023-2024	Densità consumo di suolo 2023-2024
	(ha)	(ha)	(m²/ab)	(ha)	(%)	(m²/ab/anno)	(m²/ha/anno)
Piemonte	**170.632**	**171.136**	**403**	**557**	**0,33**	**1,31**	**2,19**
Alessandria	25.392	25.448	626	62	0,24	1,53	1,55
Asti	10.979	10.993	530	22	0,20	1,07	0,92
Biella	7.251	7.269	431	20	0,28	1,19	1,94
Cuneo	36.700	36.832	633	148	0,40	2,54	1,92
Novara	15.001	15.050	414	52	0,35	1,43	3,65
Torino	58.613	58.731	266	134	0,23	0,61	1,73
Verbano-Cusio-Ossola	6.315	6.324	411	9	0,14	0,56	0,38
Vercelli	10.381	10.490	633	110	1,06	6,66	5,23
Valle d'Aosta	**7.041**	**7.051**	**574**	**11**	**0,15**	**0,87**	**0,33**
Aosta	7.041	7.051	574	11	0,15	0,87	0,32
Lombardia	**290.430**	**291.198**	**291**	**834**	**0,29**	**0,83**	**3,50**
Bergamo	32.933	33.055	298	124	0,38	1,11	4,42
Brescia	50.135	50.293	399	161	0,32	1,27	3,3
Como	15.699	15.710	263	12	0,08	0,21	0,82
Cremona	18.594	18.637	528	44	0,24	1,24	2,43
Lecco	9.705	9.709	291	4	0,05	0,13	0,48
Lodi	9.665	9.678	422	17	0,18	0,75	1,74
Mantova	24.837	24.924	612	87	0,35	2,14	3,73
Milano	50.214	50.345	155	161	0,32	0,50	8,29
Monza e della Brianza	16.528	16.572	189	47	0,28	0,54	10,81
Pavia	28.416	28.477	529	78	0,27	1,45	2,05
Sondrio	8.509	8.549	478	41	0,48	2,28	1,25
Varese	25.193	25.249	287	58	0,23	0,66	4,63
Trentino-Alto Adige	**39.211**	**39.346**	**363**	**138**	**0,35**	**1,27**	**1,02**
Bolzano	20.167	20.244	377	80	0,40	1,49	1,04
Trento	19.044	19.102	350	58	0,30	1,06	0,93
Veneto	**216.216**	**216.871**	**447**	**730**	**0,34**	**1,50**	**3,99**
Belluno	10.215	10.236	518	23	0,22	1,14	0,56
Padova	39.746	39.858	428	116	0,29	1,25	5,21
Rovigo	15.299	15.327	674	33	0,21	1,44	1,55
Treviso	41.025	41.101	467	90	0,22	1,03	3,09
Venezia	34.711	34.817	417	120	0,35	1,44	4,32
Verona	41.260	41.452	447	209	0,51	2,25	6,20
Vicenza	33.960	34.081	399	139	0,41	1,63	4,45
Friuli-Venezia Giulia	**63.434**	**63.603**	**532**	**182**	**0,29**	**1,52**	**2,30**
Gorizia	6.138	6.151	445	16	0,26	1,14	2,75
Pordenone	19.156	19.212	618	61	0,32	1,96	2,5
Trieste	4.385	4.389	192	5	0,11	0,21	2,26
Udine	33.755	33.850	655	100	0,30	1,94	1,92
Liguria	**39.501**	**39.524**	**262**	**28**	**0,07**	**0,18**	**0,51**
Genova	14.711	14.718	180	7	0,05	0,08	0,36
Imperia	7.373	7.374	353	1	0,02	0,07	0,11
La Spezia	7.031	7.043	327	11	0,16	0,52	1,26
Savona	10.385	10.390	388	9	0,08	0,32	0,28
Emilia-Romagna	**200.884**	**201.754**	**453**	**1013**	**0,50**	**2,28**	**4,51**
Bologna	33.040	33.174	326	148	0,45	1,46	3,62
Ferrara	18.649	18.746	552	101	0,54	2,96	3,70
Forlì-Cesena	17.441	17.537	446	96	0,55	2,45	4,05

Provincia / Regione	Suolo consumato 2023	Suolo consumato 2024	Suolo consumato pro capite 2024	Consumo di suolo 2023-2024	Consumo di suolo 2023-2024	Consumo pro capite 2023-2024	Densità consumo di suolo 2023-2024
	(ha)	(ha)	(m^2/ab)	(ha)	(%)	(m^2/ab/anno)	(m^2/ha/anno)
Modena	29.508	29.658	420	158	0,54	2,24	5,61
Parma	26.231	26.322	580	116	0,44	2,56	2,63
Piacenza	19.931	19.990	700	100	0,50	3,51	2,27
Ravenna	19.257	19.415	501	174	0,90	4,48	8,53
Reggio nell'Emilia	25.258	25.320	479	95	0,38	1,80	2,72
Rimini	11.568	11.591	341	24	0,21	0,71	2,52
Toscana	**141.831**	**142.096**	**388**	**271**	**0,19**	**0,72**	**1,15**
Arezzo	17.240	17.290	519	50	0,29	1,49	1,55
Firenze	25.801	25.825	261	27	0,10	0,25	0,70
Grosseto	14.331	14.385	667	54	0,38	2,51	1,21
Livorno	12.372	12.390	380	18	0,15	0,55	1,47
Lucca	16.185	16.201	424	15	0,10	0,40	0,86
Massa Carrara	8.350	8.366	447	16	0,20	0,88	1,43
Pisa	17.118	17.151	411	33	0,20	0,80	1,37
Pistoia	9.869	9.877	341	11	0,11	0,28	0,85
Prato	5.220	5.226	201	7	0,14	0,27	1,89
Siena	15.346	15.384	592	38	0,25	1,46	1,00
Umbria	**44.397**	**44.538**	**522**	**143**	**0,32**	**1,68**	**1,70**
Perugia	34.507	34.625	543	119	0,35	1,87	1,86
Terni	9.890	9.914	459	24	0,24	1,09	1,11
Marche	**64.970**	**65.141**	**439**	**176**	**0,27**	**1,19**	**1,89**
Ancona	17.741	17.773	385	33	0,19	0,72	1,63
Ascoli Piceno	7.870	7.900	393	30	0,38	1,49	2,45
Fermo	6.774	6.795	406	23	0,35	1,40	2,48
Macerata	15.749	15.788	521	40	0,25	1,30	1,4
Pesaro e Urbino	16.834	16.884	483	50	0,30	1,43	1,98
Lazio	**140.580**	**141.340**	**247**	**785**	**0,56**	**1,37**	**4,57**
Frosinone	22.307	22.364	481	57	0,25	1,22	1,75
Latina	22.620	22.723	401	112	0,50	1,98	4,57
Rieti	8.640	8.679	579	51	0,60	3,43	1,43
Roma	70.391	70.528	167	140	0,20	0,33	2,57
Viterbo	16.623	17.047	554	424	2,55	13,79	11,77
Abruzzo	**54.103**	**54.402**	**429**	**321**	**0,59**	**2,53**	**2,98**
Chieti	16.347	16.409	442	67	0,41	1,80	2,39
L'Aquila	15.993	16.073	560	88	0,55	3,07	1,61
Pescara	8.799	8.889	285	91	1,03	2,91	7,38
Teramo	12.964	13.031	435	76	0,58	2,52	3,41
Molise	**17.474**	**17.515**	**606**	**49**	**0,28**	**1,69**	**1,10**
Campobasso	12.322	12.345	588	31	0,25	1,47	0,81
Isernia	5.152	5.170	652	18	0,35	2,28	1,18
Campania	**143.601**	**144.055**	**258**	**495**	**0,34**	**0,89**	**3,65**
Avellino	20.566	20.641	520	87	0,42	2,20	2,68
Benevento	15.236	15.330	586	107	0,70	4,10	4,59
Caserta	27.617	27.723	306	111	0,40	1,22	4,02
Napoli	40.884	40.976	138	100	0,24	0,34	7,78
Salerno	39.297	39.384	372	91	0,23	0,86	1,77
Puglia	**157.820**	**158.628**	**408**	**818**	**0,52**	**2,10**	**4,22**
Bari	37.170	37.306	305	137	0,37	1,12	3,55
Barletta-Andria-Trani	10.618	10.660	282	45	0,42	1,18	2,75
Brindisi	19.594	19.714	523	121	0,62	3,22	6,54

Provincia / Regione	Suolo consumato 2023	Suolo consumato 2024	Suolo consumato pro capite 2024	Consumo di suolo 2023-2024	Consumo di suolo 2023-2024	Consumo pro capite 2023-2024	Densità consumo di suolo 2023-2024
	(ha)	(ha)	(m²/ab)	(ha)	(%)	(m²/ab/anno)	(m²/ha/anno)
Foggia	28.149	28.310	477	163	0,58	2,75	2,32
Lecce	38.857	39.093	510	240	0,62	3,12	8,52
Taranto	23.432	23.544	425	113	0,48	2,03	4,58
Basilicata	**31.993**	**32.101**	**602**	**113**	**0,35**	**2,12**	**1,13**
Matera	9.408	9.440	497	34	0,36	1,78	0,93
Potenza	22.585	22.661	660	79	0,35	2,31	1,15
Calabria	**76.713**	**76.944**	**419**	**231**	**0,30**	**1,26**	**1,53**
Catanzaro	15.710	15.724	462	14	0,09	0,42	0,59
Cosenza	29.269	29.441	439	172	0,59	2,56	2,58
Crotone	6.566	6.580	406	14	0,22	0,88	0,81
Reggio di Calabria	18.494	18.504	359	10	0,05	0,19	0,32
Vibo Valentia	6.675	6.696	445	21	0,32	1,41	1,86
Sicilia	**167.658**	**168.431**	**351**	**799**	**0,48**	**1,67**	**3,11**
Agrigento	17.558	17.613	429	58	0,33	1,42	1,79
Caltanissetta	10.201	10.231	414	32	0,31	1,30	1,42
Catania	28.341	28.458	266	122	0,43	1,14	3,28
Enna	8.265	8.274	539	9	0,11	0,58	0,35
Messina	19.557	19.590	328	35	0,18	0,59	1,02
Palermo	28.493	28.576	238	84	0,29	0,70	1,66
Ragusa	16.945	17.024	533	85	0,50	2,67	4,9
Siracusa	19.166	19.371	505	210	1,09	5,46	9,71
Trapani	19.130	19.294	467	164	0,86	3,98	6,67
Sardegna	**81.120**	**81.786**	**521**	**677**	**0,83**	**4,31**	**2,81**
Cagliari	10.323	10.545	252	223	2,16	5,31	17,78
Nuoro	13.181	13.273	673	92	0,70	4,68	1,64
Oristano	10.623	10.646	714	23	0,22	1,56	0,78
Sassari	28.352	28.590	604	245	0,87	5,18	3,08
Sud Sardegna	18.641	18.732	565	93	0,50	2,80	1,4
Italia	**2.149.610**	**2.157.460**	**366**	**8.370**	**0,39**	**1,42**	**2,78**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 17. Distinzione tra consumo di suolo permanente e reversibile, ripristino e consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra

Provincia / Regione	2023-2024					
	Consumo di suolo permanente	Consumo di suolo reversibile	Consumo di suolo reversibile rispetto al totale del consumo	Ripristino	Consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra	Consumo di suolo da impianti fotovoltaici a terra rispetto al totale del consumo
	(ha)		(%)	(ha)		(%)
Piemonte	**112,92**	**444,01**	**79,72**	**53,71**	**390,28**	**29,92**
Alessandria	4,53	57,59	92,71	7,07	38,62	37,83
Asti	5,83	16,42	73,80	8,37	21,18	4,81
Biella	2,03	18,00	89,87	2,32	6,85	65,80
Cuneo	30,06	117,96	79,69	15,68	123,74	16,40
Novara	14,13	37,73	72,75	2,93	45,93	11,43
Torino	42,97	90,57	67,82	15,57	117,94	11,68
Verbano-Cusio-Ossola	3,86	4,81	55,48	0,10	7,98	7,96
Vercelli	9,51	100,93	91,39	1,67	28,04	74,61
Valle d'Aosta	**2,89**	**7,84**	**73,07**	**0,43**	**10,73**	**-**

Provincia / Regione	2023-2024					
	Consumo di suolo permanente	Consumo di suolo reversibile	Consumo di suolo reversibile rispetto al totale del consumo	Ripristino	Consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra	Consumo di suolo da impianti fotovoltaici a terra rispetto al totale del consumo
	(ha)		(%)	(ha)		(%)
Aosta	2,89	7,84	73,07	0,43	10,73	-
Lombardia	**243,14**	**590,96**	**70,85**	**66,12**	**802,90**	**3,74**
Bergamo	44,03	79,66	64,40	2,01	123,69	-
Brescia	51,57	109,17	67,92	2,95	152,74	4,98
Como	7,25	5,04	41,01	1,84	12,29	-
Cremona	28,94	14,80	33,84	0,72	43,74	-
Lecco	2,48	2,00	44,64	0,59	4,48	-
Lodi	6,54	10,76	62,20	3,73	16,40	5,20
Mantova	20,95	66,24	75,97	-	81,64	6,37
Milano	25,16	135,98	84,39	30,64	161,02	0,07
Monza e della Brianza	13,08	33,87	72,14	3,17	46,95	-
Pavia	18,12	59,92	76,78	17,22	62,25	20,23
Sondrio	6,68	34,08	83,61	0,89	40,76	-
Varese	18,34	39,44	68,26	2,36	56,94	1,45
Trentino-Alto Adige	**11,80**	**126,17**	**91,45**	**3,54**	**137,97**	**-**
Bolzano	8,36	71,81	89,57	3,54	80,17	-
Trento	3,44	54,36	94,05	-	57,80	-
Veneto	**214,04**	**515,62**	**70,67**	**74,68**	**692,98**	**5,03**
Belluno	6,73	15,85	70,19	2,28	21,82	3,37
Padova	45,81	70,59	60,64	5,02	97,71	16,06
Rovigo	8,37	24,31	74,39	4,58	31,45	3,76
Treviso	40,90	49,37	54,69	13,99	84,88	5,97
Venezia	21,62	98,43	81,99	13,44	114,71	4,45
Verona	49,40	159,37	76,34	17,33	206,01	1,32
Vicenza	41,21	97,70	70,33	18,04	136,40	1,81
Friuli-Venezia Giulia	**17,77**	**164,18**	**90,23**	**12,48**	**140,40**	**22,84**
Gorizia	1,04	14,67	93,38	2,69	9,00	42,71
Pordenone	5,88	55,11	90,36	4,25	58,08	4,77
Trieste	0,84	3,93	82,39	-	4,77	-
Udine	10,01	90,47	90,04	5,54	68,55	31,78
Liguria	**3,71**	**24,13**	**86,67**	**4,57**	**27,84**	**-**
Genova	1,18	5,48	82,28	-	6,66	-
Imperia	0,10	1,33	93,01	0,21	1,43	-
La Spezia	2,20	8,91	80,20	-	11,11	-
Savona	0,23	8,41	97,34	4,36	8,64	-
Emilia-Romagna	**142,56**	**870,30**	**85,93**	**143,26**	**909,20**	**10,23**
Bologna	21,38	127,04	85,59	14,71	147,49	0,63
Ferrara	6,45	94,11	93,59	3,76	63,35	37,00
Forlì-Cesena	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
Modena	10,00	148,41	93,69	8,01	155,92	1,57
Parma	28,35	87,81	75,59	25,49	106,49	8,32
Piacenza	24,04	76,14	76,00	41,52	78,61	21,53
Ravenna	13,22	160,29	92,38	15,45	163,33	5,87
Reggio nell'Emilia	22,99	72,45	75,91	33,28	93,96	1,55
Rimini	6,26	17,72	73,89	0,81	23,98	-
Toscana	**39,38**	**231,15**	**87,32**	**5,81**	**237,09**	**12,36**
Arezzo	2,41	47,39	95,16	-	49,80	-
Firenze	5,86	21,04	85,74	2,36	26,90	-

Provincia / Regione	2023-2024					
	Consumo di suolo permanente	Consumo di suolo reversibile	Consumo di suolo reversibile rispetto al totale del consumo	Ripristino	Consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra	Consumo di suolo da impianti fotovoltaici a terra rispetto al totale del consumo
	(ha)		(%)	(ha)		(%)
Grosseto	2,21	52,02	95,94	0,01	21,57	60,22
Livorno	3,04	14,94	83,60	0,11	17,98	-
Lucca	4,67	10,73	70,13	0,10	15,39	0,06
Massa Carrara	3,08	13,41	81,32	-	16,49	-
Pisa	8,38	25,07	74,95	-	33,45	-
Pistoia	4,23	6,66	81,52	2,72	10,89	-
Prato	4,22	3,20	46,31	0,51	7,42	-
Siena	1,28	36,69	96,63	-	37,2	2,03
Umbria	**13,57**	**129,32**	**90,50**	**1,68**	**139,56**	**2,33**
Perugia	10,16	109,18	91,49	1,68	117,30	1,71
Terni	3,41	20,14	85,52	-	22,26	5,48
Marche	**33,97**	**142,29**	**80,73**	**4,74**	**147,32**	**16,42**
Ancona	7,73	25,57	76,79	1,41	27,09	18,65
Ascoli Piceno	7,16	22,80	76,10	-	28,48	4,94
Fermo	7,48	15,98	68,12	2,14	21,70	7,50
Macerata	5,20	34,30	86,84	0,71	39,50	-
Pesaro e Urbino	6,40	43,64	87,21	0,48	30,55	38,95
Lazio	**101,74**	**682,84**	**87,03**	**24,89**	**341,46**	**56,48**
Frosinone	25,86	30,76	54,33	-	47,39	16,30
Latina	10,31	101,80	90,80	9,36	44,94	59,91
Rieti	6,50	44,97	87,37	12,43	51,47	-
Roma	37,59	102,60	73,19	3,10	129,05	7,95
Viterbo	21,48	402,71	94,94	-	68,61	83,83
Abruzzo	**40,14**	**281,14**	**87,51**	**21,99**	**240,69**	**25,08**
Chieti	14,10	52,67	78,88	5,06	58,10	12,98
L'Aquila	10,00	78,01	88,64	7,10	71,61	18,63
Pescara	8,75	82,24	90,38	0,70	61,15	32,79
Teramo	7,29	68,22	90,35	9,13	49,83	34,01
Molise	**6,84**	**42,03**	**86,00**	**7,41**	**28,71**	**41,25**
Campobasso	4,75	26,09	84,60	7,41	16,38	46,89
Isernia	2,09	15,94	88,41	-	12,33	31,61
Campania	**72,22**	**423,11**	**85,42**	**41,64**	**460,51**	**7,03**
Avellino	8,37	78,85	90,40	12,61	84,69	2,90
Benevento	5,55	101,54	94,82	12,33	91,43	14,62
Caserta	23,97	86,83	78,37	4,92	106,63	3,76
Napoli	14,97	84,64	84,97	8,34	98,25	1,37
Salerno	19,36	71,25	78,63	3,44	79,51	12,25
Puglia	**65,45**	**752,66**	**92,00**	**10,67**	**757,71**	**7,38**
Bari	11,85	125,20	91,35	1,06	131,58	3,99
Barletta-Andria-Trani	3,37	41,32	92,46	2,64	44,61	0,18
Brindisi	8,42	112,92	93,06	0,77	111,42	8,18
Foggia	16,65	146,30	89,78	1,87	146,68	9,98
Lecce	17,65	221,92	92,63	3,69	225,47	5,89
Taranto	7,51	105,00	93,33	0,64	97,95	12,94
Basilicata	**12,61**	**100,55**	**88,86**	**5,47**	**73,77**	**34,81**
Matera	5,38	28,49	84,12	1,69	28,47	15,94
Potenza	7,23	72,06	90,88	3,78	45,30	42,87
Calabria	**27,77**	**203,63**	**88,00**	**0,48**	**217,88**	**5,84**

Provincia / Regione	2023-2024					
	Consumo di suolo permanente	Consumo di suolo reversibile	Consumo di suolo reversibile rispetto al totale del consumo	Ripristino	Consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra	Consumo di suolo da impianti fotovoltaici a terra rispetto al totale del consumo
	(ha)		(%)	(ha)		(%)
Catanzaro	3,18	10,99	77,56	-	14,17	-
Cosenza	16,44	155,34	90,43	0,15	159,61	7,08
Crotone	2,65	11,60	81,40	0,33	12,90	9,47
Reggio di Calabria	2,70	7,33	73,08	-	10,03	-
Vibo Valentia	2,80	18,37	86,77	-	21,17	-
Sicilia	**101,63**	**697,33**	**87,28**	**25,99**	**527,13**	**34,02**
Agrigento	7,91	50,47	86,45	4,02	54,65	6,39
Caltanissetta	4,15	27,97	87,08	2,02	28,10	12,52
Catania	19,75	102,02	83,78	5,43	73,42	39,71
Enna	1,28	7,55	85,50	-	8,83	-
Messina	3,75	31,42	89,34	2,12	35,17	-
Palermo	7,60	76,10	90,92	1,12	78,46	6,26
Ragusa	4,74	80,35	94,43	6,12	57,18	32,80
Siracusa	26,48	183,19	87,37	4,82	115,49	44,92
Trapani	25,97	138,26	84,19	0,34	75,83	53,83
Sardegna	**29,47**	**647,07**	**95,64**	**10,02**	**383,87**	**43,26**
Cagliari	5,84	216,78	97,38	0,43	84,12	62,21
Nuoro	3,91	88,41	95,76	-	47,39	48,67
Oristano	2,24	21,09	90,40	-	15,88	31,93
Sassari	11,55	233,86	95,29	8,21	176,56	28,06
Sud Sardegna	5,93	86,93	93,61	1,38	59,92	35,47
Italia	**1.294,01**	**7.076,41**	**84,54**	**519,58**	**6.669,47**	**20,32**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

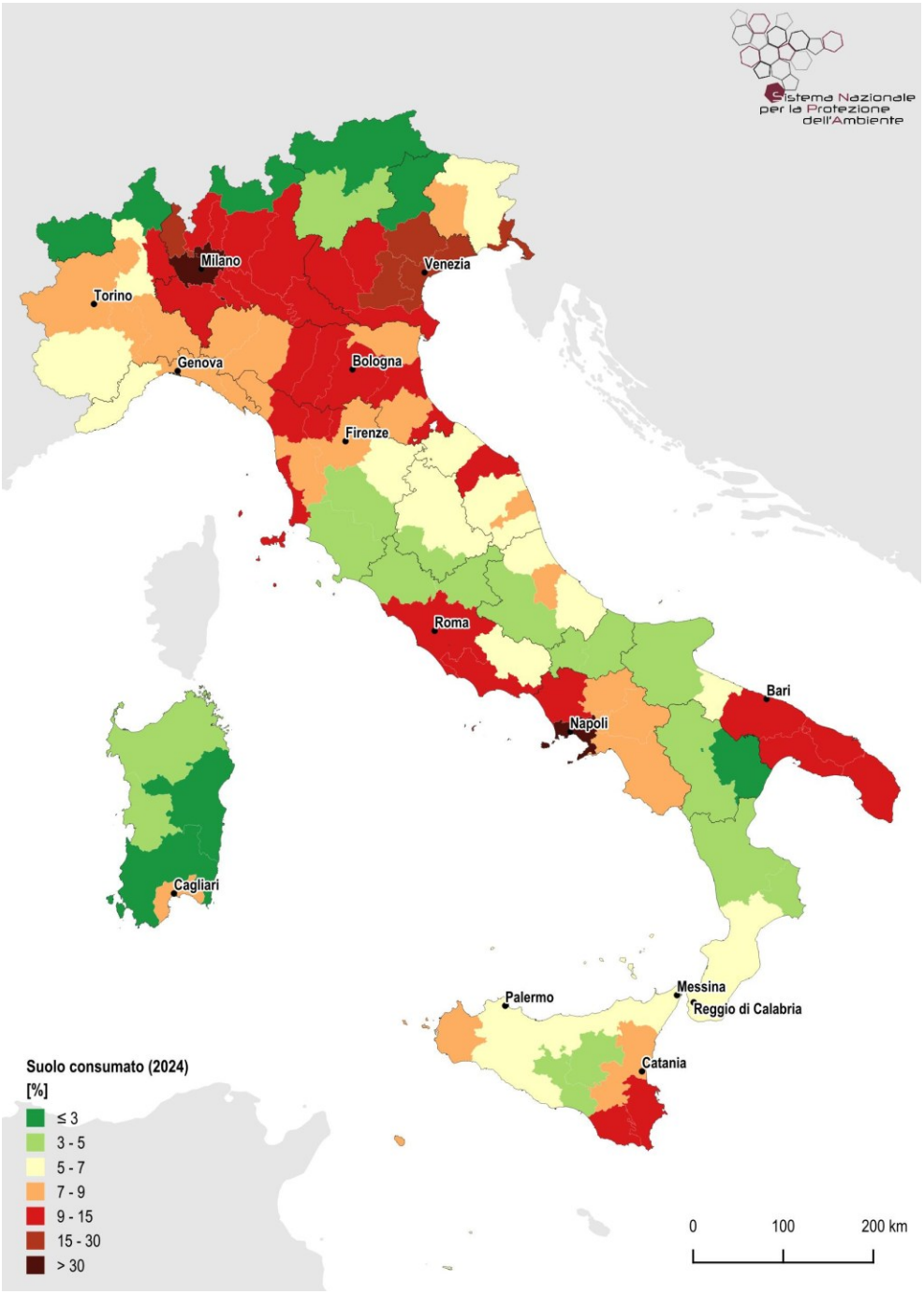


Figura 19. Suolo consumato a livello provinciale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

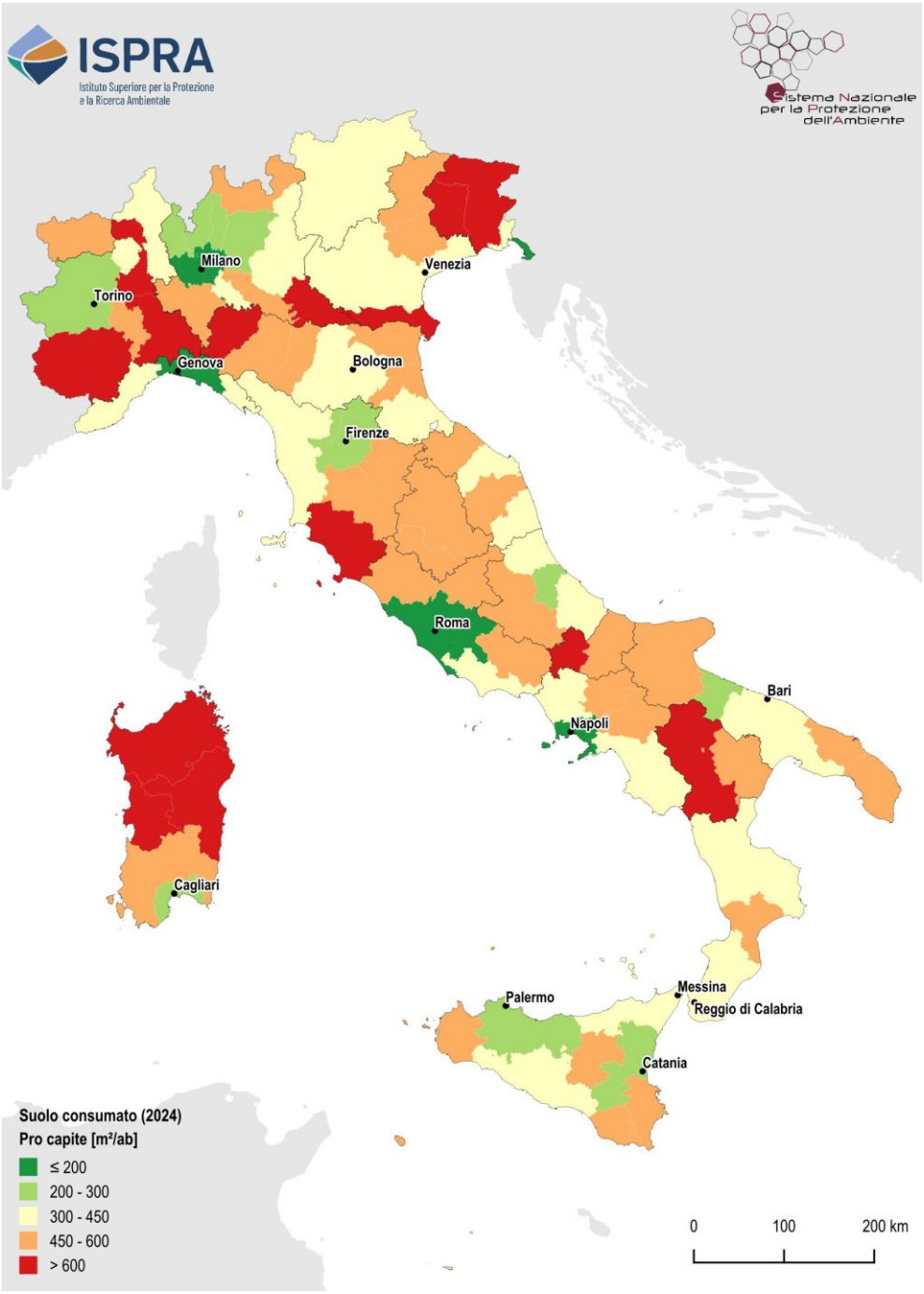


Figura 20. Suolo consumato pro capite a livello provinciale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

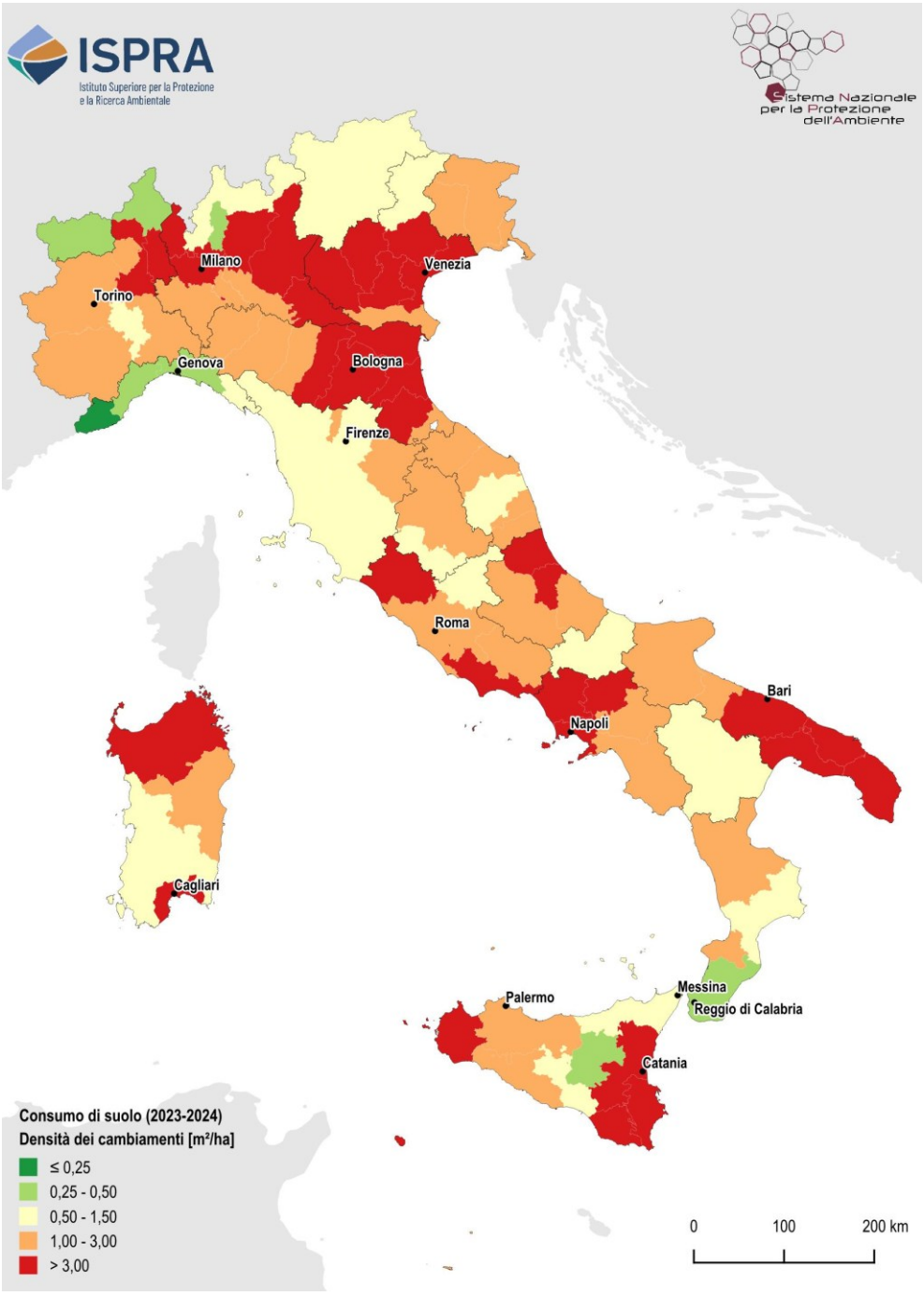


Figura 21. Densità di consumo di suolo netto annuale a livello provinciale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

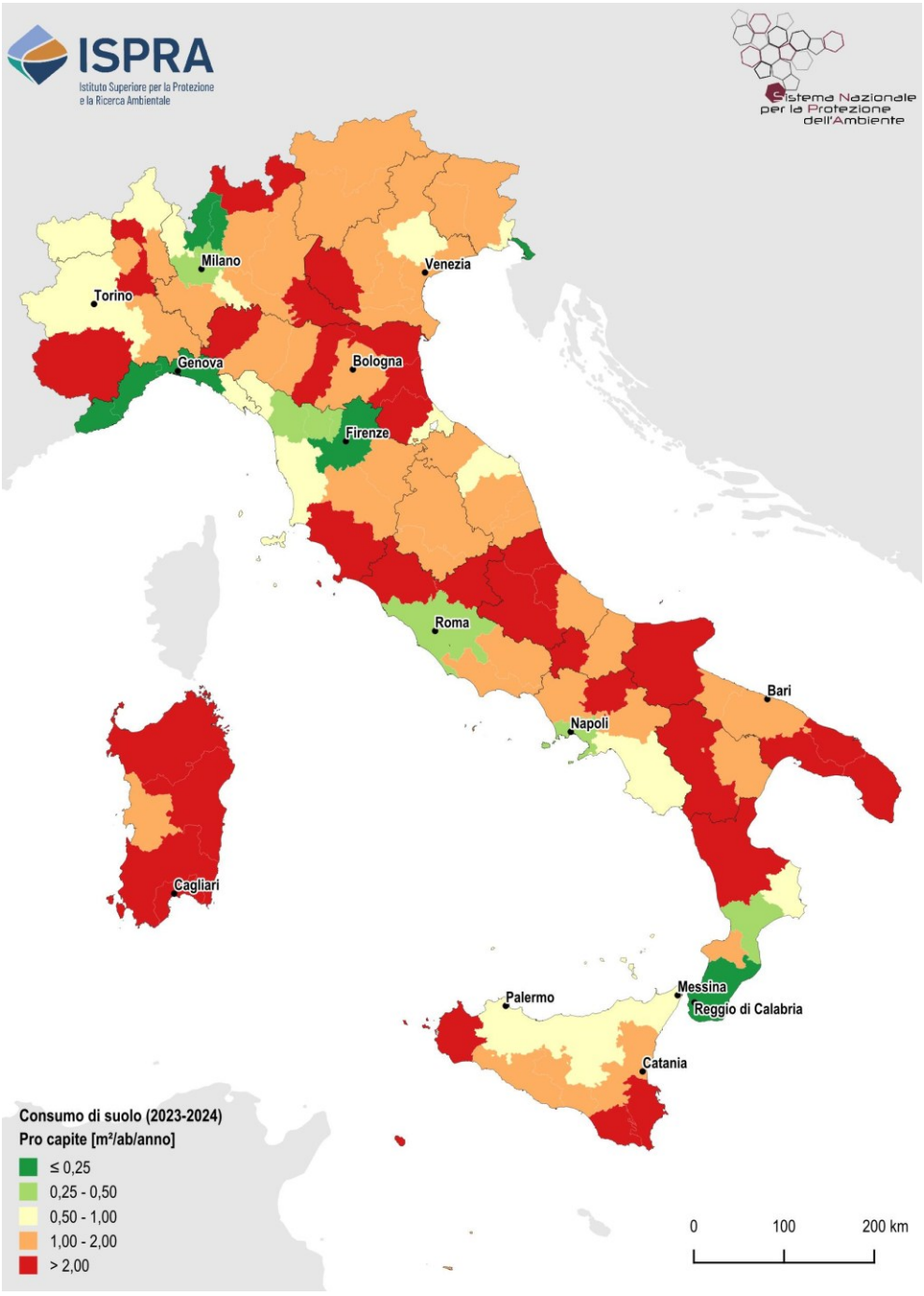


Figura 22. Consumo di suolo netto annuale pro capite a livello provinciale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

IL LIVELLO COMUNALE

Nell'ultimo anno, in circa due terzi dei comuni sono state rilevate nuove superfici artificiali, in poco meno del 20% la crescita è stata di almeno un ettaro, mentre gli incrementi più consistenti, oltre i 5 ettari, hanno interessato meno del 5% dei comuni. In particolare, il consumo di suolo è stato di almeno 5 ettari in 349 comuni (335, se si considera il consumo di suolo netto) e di almeno 10 ettari in 146 comuni (136, se si considera il consumo di suolo netto). Dal 2006 al 2024 nel 98% dei comuni italiani (7.739 su 7.896) si è registrato un aumento del suolo consumato. Gli incrementi sono stati di almeno 5 ettari in 4.259 comuni (il 54%) e superiori a 10 ettari in quasi due quinti dei casi (2.970 comuni). Solo per una piccola quota (157 comuni) non sono state registrate variazioni positive (Tabella 18).

Tabella 18. La tabella mostra il numero di comuni che nel periodo 2006-2024 e nell'ultimo anno (2023-2024) non hanno fatto registrare aumenti di suolo consumato (stabile o riduzione) e quelli in cui sono state rilevate nuove superfici artificiali, distinguendole per fasce di incremento (aumento)

		Stabile o riduzione	Aumento				
		≤ 0 ha	≤ 1ha	1ha - 5ha	5ha - 10ha	≥10 ha	Totale
2006 - 2024	(n° comuni)	157	1.259	2.221	1.289	2.970	7.739
	(%)	2,0	15,9	28,1	16,3	37,6	98,01
2023 - 2024	(n° comuni)	3.104	3.346	1.111	199	136	4.792
	(%)	39,3	42,4	14,1	2,5	1,7	60,69

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Figura 23. Cantiere dovuto all'espansione di un'infrastruttura viaria urbana del comune di Sassari (immagine 2023 a sinistra e immagine 2024 a destra)

Nel corso delle rilevazioni nel periodo 2023-2024, i comuni di Tarquinia, Uta e Montalto di Castro hanno registrato i livelli più elevati di consumo di suolo annuale. Questo dato appare in linea con le tendenze dello scorso anno per il comune di Uta, in Sardegna, mentre per i due comuni laziali è stato registrato un incremento notevole di consumo di suolo rispetto all'annualità 2022-2023. In particolare, Tarquinia, in provincia di Viterbo, risulta il comune con il maggiore incremento, con un consumo di suolo di 150 ettari in dodici mesi (Tabella 19). La crescita è in gran parte attribuibile all'installazione di impianti fotovoltaici a terra concentrati nelle zone agricole, discorso analogo per il comune di Montalto di Castro, nella stessa provincia, mentre ad Uta in provincia di Cagliari l'espansione riguarda impianti fotovoltaici a terra ma anche la realizzazione di nuove aree produttive.

Sassari incrementa la sua superficie consumata di altri 95 ettari, diventando il comune con più di 100.000 abitanti con il valore più elevato di consumo di suolo tra il 2023 e il 2024. Le trasformazioni principali si concentrano in due settori e interessano la zona costiera settentrionale a ridosso della centrale termoelettrica di Fiume Santo, attraverso la costruzione di un campo fotovoltaico dall'esten-

sione di oltre 40 ettari, e la zona più interna del comune, attraverso l'avvio di diversi cantieri dall'estensione complessiva di oltre 20 ettari per la costruzione di infrastrutture viarie e campi fotovoltaici (Figura 23).
Per la nuova annualità il comune di Roma conferma la tendenza al rallentamento registrata anche nello scorso monitoraggio (+57 ettari di nuove superfici consumate) e cede il primato del capoluogo di regione con maggior consumo di suolo a Venezia (Tabella 21). Nella Capitale, gli interventi più rilevanti riguardano nuovi cantieri per la costruzione di edifici residenziali a ridosso della Cittadella militare della Cecchignola per un totale di circa 10 ettari, l'impermeabilizzazione di una superficie di circa 3 ettari, adibita a rimessa di veicoli nel quartiere di Tor Cervara, e diversi ampliamenti di aree estrattive per una superficie complessiva di circa 11 ettari. Quasi il 50% delle nuove trasformazioni si concentra nella zona sud-est della città, invertendo la tendenza riscontrata negli anni precedenti che vedeva la parte sud-ovest come epicentro del nuovo consumo di suolo.
Tra gli altri comuni con un elevato consumo di suolo nell'ultimo anno spicca Ravenna, che con un incremento di 85 ettari mantiene una tendenza stabile rispetto ai valori rilevati negli anni precedenti, superando il consumo registrato nella capitale anche per la nuova annualità. Questo aumento è dovuto principalmente alla realizzazione di nuovi cantieri concentrati in diverse zone del comune: all'interno dell'area industriale situata a ridosso del porto per un'estensione totale di circa 14 ettari, nell'area periferica della città per la costruzione di edifici commerciali e residenziali su un'area di circa 13 ettari, nella zona sud-ovest e nelle zone periferiche ad ovest e sud-est della città per cantieri edilizi e stradali, con un'estensione totale di circa 20 ettari.
Sesto comune per incremento della superficie consumata è Trino (+66 ettari), che aumenta notevolmente il consumo di suolo rispetto l'anno precedente (Tabella 22). La quasi totalità delle trasformazioni registrate è dovuta alla realizzazione di una serie di impianti fotovoltaici situati nella zona settentrionale del comune a ridosso dell'ex centrale termoelettrica "Galileo Ferraris" di proprietà dell'Enel. Tra i primi dieci comuni con il maggior consumo di suolo, oltre a quelli già menzionati, figurano Venezia, Tuscania (Viterbo), Marsala (Trapani), ciascuno con incrementi compresi tra 61 e 65 ettari, seguiti da Carlentini (Siracusa) con 58 ettari.

Figura 24. Consumo di suolo nel comune di Roma dovuto alla costruzione di nuovi edifici residenziali (immagine 2023 a sinistra e 2024 a destra)

Nel caso di Venezia, circa il 70% del consumo di suolo è attribuibile ai cantieri realizzati per la realizzazione del nuovo stadio, un impianto da 18.500 posti, e di una nuova arena per eventi indoor. Tuscania, così come gli altri due comuni del viterbese citati in precedenza, e Marsala sono interessati principalmente dalla diffusione di impianti fotovoltaici di diversa estensione all'interno delle aree agricole e

semi-naturali del loro territorio, i quali rappresentano, in entrambi i casi, più dell'80% del nuovo consumo di suolo. L'identificazione nel dettaglio delle cause del consumo di suolo a livello locale è realizzata grazie al lavoro delle Agenzie delle Regioni e Province autonome del SNPA, che forniscono informazioni circa l'uso del suolo (laddove riconoscibile dalle immagini satellitari) delle nuove trasformazioni.

Tra i capoluoghi regionali (Tabella 21), i valori più elevati si rilevano a Venezia (+65 ettari), Roma (+57 ettari), Bologna (+29 ettari), Bari (+21 ettari) e Trento (+20 ettari). Seguono Palermo (+14 ettari), Napoli (+14 ettari), Milano (+13 ettari), Perugia (+11 ettari) e L'Aquila (+10 ettari), tutti con incrementi superiori ai 10 ettari.

Se si esclude il contributo dei nuovi impianti fotovoltaici a terra, in netta crescita nel 2024 con più di 1.700 ettari rilevati (cfr. § *Impianti fotovoltaici*), i comuni con la maggiore crescita annuale di aree artificiali sono Ravenna (84 ettari), Venezia (62 ettari), Sassari (60 ettari) e Roma (57 ettari; Tabella 25).

Per quanto riguarda la percentuale di suolo consumato rispetto al territorio comunale, considerato al netto della superficie dei corpi idrici ricadenti al suo interno, spiccano diversi comuni delle regioni Campania, Lombardia e Piemonte, che registrano livelli di artificializzazione per oltre il 55% della superficie territoriale. Insieme a questi anche Cattolica (RN), con il 63% di suolo. Altri comuni che superano la soglia del 50% includono Isola delle Femmine (54%), Riccione (52%), Pescara (52%), Gravina di Catania (51%) e Padova (50%) (Tabella 20).

Gli sforzi di rinaturalizzazione in generale si concentrano principalmente su attività di rinverdimento di aree di cantiere. A livello nazionale risultano circa 520 ettari di rinaturalizzazioni, di transizioni, cioè, da aree di cantiere ad aree naturali, comprese superfici adibite a corpi idrici artificiali (escluse cave in falda), aree permeabili intercluse tra svincoli e rotonde stradali, aree pertinenziali associate alle infrastrutture viarie, serre non pavimentate, ponti e viadotti su suolo non artificiale e impianti fotovoltaici a bassa densità (Tabella 1). Azioni di vero e proprio *de-sealing* sono ancora rare in Italia, e spesso limitate a interventi di limitata dimensione e sperimentali.

Tabella 19. Consumo di suolo complessivo (sia permanente che reversibile) annuale in ettari (2023-2024) a livello comunale (primi tre comuni per ogni regione)

Regione	Comune	Consumo di suolo 2023-2024 (ha)
Piemonte	Trino	65,80
	Ceresole Alba	21,32
	Alice Castello	20,37
Valle d'Aosta	Gressan	2,74
	Châtillon	2,47
	Oyace	1,26
Lombardia	Lonato del Garda	16,90
	Noviglio	16,35
	Bergamo	15,91
Trentino-Alto Adige	Trento	19,67
	Perca/Percha	10,45
	Varna/Vahrn	6,51
Veneto	Venezia	65,18
	Montebello Vicentino	28,41
	San Bonifacio	23,54
Friuli-Venezia Giulia	San Giorgio di Nogaro	15,59
	Remanzacco	10,79
	Manzano	10,33
Liguria	Genova	4,77
	Vado Ligure	3,17
	La Spezia	3,11
Emilia-Romagna	Ravenna	85,09

	Modena	49,70
	Parma	31,73
Toscana	Grosseto	37,95
	Pisa	16,16
	Siena	11,57
Umbria	Gubbio	14,62
	Spoleto	12,98
	Perugia	10,84
Marche	Mondolfo	11,81
	Pesaro	8,40
	Fermo	7,32
Lazio	Tarquinia	150,13
	Montalto di Castro	139,59
	Tuscania	65,17
Abruzzo	Città Sant'Angelo	25,36
	Cepagatti	17,94
	Rosciano	14,60
Molise	Montenero di Bisaccia	11,73
	Sesto Campano	7,85
	Termoli	4,38
Campania	Ariano Irpino	23,50
	Benevento	20,92
	Battipaglia	20,80
Puglia	Bovino	26,54
	Taranto	25,24
	Ostuni	25,04
Basilicata	Melfi	39,68
	Senise	8,64
	Matera	7,90
Calabria	Cassano all'Ionio	31,18
	Villapiana	20,94
	Amendolara	13,52
Sicilia	Marsala	61,20
	Carlentini	57,51
	Augusta	56,44
Sardegna	Uta	147,57
	Sassari	94,50
	Porto Torres	31,92

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 20. Suolo consumato in percentuale sulla superficie comunale (2024), primi tre comuni per ogni regione. La superficie comunale è considerata al netto dei corpi idrici permanenti ricadenti all'interno del comune

Regione	Comune	Suolo consumato 2024 (%)
Piemonte	Torino	66,56
	Beinasco	59,34
	Grugliasco	57,26
Valle d'Aosta	Aosta	29,46
	Pont-Saint-Martin	17,94
	Verrès	14,94
Lombardia	Lissone	71,50
	Sesto San Giovanni	69,70
	Orio al Serio	68,30
Trentino-Alto Adige	Bolzano/Bozen	26,96
	Lavis	26,66
	Merano/Meran	23,06

Veneto	Padova	50,38
	Spinea	44,53
	Noventa Padovana	43,16
Friuli-Venezia Giulia	Monfalcone	47,35
	Udine	42,95
	Pordenone	41,41
Liguria	San Lorenzo al Mare	38,31
	Diano Marina	33,65
	Vallecrosia	32,82
Emilia-Romagna	Cattolica	62,85
	Riccione	52,25
	Fiorano Modenese	36,82
Toscana	Forte dei Marmi	46,20
	Firenze	42,63
	Viareggio	40,48
Umbria	Bastia Umbra	26,18
	Corciano	14,85
	Terni	12,87
Marche	S. Benedetto del Tronto	37,62
	Porto San Giorgio	37,01
	Gabicce Mare	32,82
Lazio	Ciampino	42,97
	Anzio	35,06
	Frosinone	29,87
Abruzzo	Pescara	51,92
	Montesilvano	34,50
	San Salvo	33,97
Molise	Campobasso	20,09
	Termoli	18,27
	Isernia	8,73
Campania	Casavatore	91,82
	Arzano	83,38
	Melito di Napoli	81,47
Puglia	Bari	43,46
	Modugno	42,20
	Aradeo	28,47
Basilicata	Potenza	10,74
	Melfi	8,78
	Policoro	8,77
Calabria	Tropea	36,06
	Villa San Giovanni	28,30
	Soverato	27,66
Sicilia	Isola delle Femmine	54,79
	Gravina di Catania	50,83
	Villabate	49,09
Sardegna	Monserrato	41,88
	Cagliari	40,77
	Elmas	33,43

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 21. Indicatori di consumo di suolo (2023-2024) per i 21 comuni capoluogo di regione e provincia autonoma. La superficie comunale è considerata al netto dei corpi idrici permanenti ricadenti all'interno del comune

Comune Capoluogo	Consumo di suolo 2023-2024	Consumo di suolo 2023-2024	Densità di consumo di suolo 2023-2024
	(ha)	(%)	(m^2/ha)
Torino	6,80	0,08	5,34
Aosta	0,18	0,03	0,85
Genova	4,77	0,08	1,99
Milano	13,11	0,12	7,27
Bolzano	2,53	0,19	4,96
Trento	19,67	0,78	12,63
Venezia	65,18	0,91	31,19
Trieste	3,27	0,12	3,87
Bologna	29,23	0,60	20,95
Ancona	0,07	0,00	0,06
Firenze	1,34	0,03	1,33
Perugia	10,84	0,21	2,44
Roma	56,69	0,19	4,46
Napoli	13,62	0,18	11,50
L'Aquila	10,25	0,40	2,18
Campobasso	0,73	0,07	1,31
Bari	21,13	0,42	18,14
Potenza	1,14	0,06	0,66
Catanzaro	2,33	0,11	2,10
Palermo	13,85	0,22	8,68
Cagliari	7,94	0,36	14,86

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 22. Consumo di suolo annuale (2023-2024) a livello comunale (primi 20 comuni con più di 100.000 abitanti)

Comune	Consumo di suolo 2023-2024 (ha)
Sassari	94,50
Ravenna	85,09
Venezia	65,18
Roma	56,69
Modena	49,70
Parma	31,73
Forlì	31,47
Catania	31,09
Bologna	29,23
Latina	25,33
Taranto	25,24
Foggia	23,75
Reggio nell'Emilia	21,28
Bari	21,13
Trento	19,67
Ferrara	17,45
Verona	17,07
Bergamo	15,91
Palermo	13,85
Napoli	13,62

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 23. Percentuale di suolo consumato (2024), primi 30 comuni con più di 100.000 abitanti. La superficie comunale è considerata al netto dei corpi idrici permanenti ricadenti all'interno del comune

Comune	Suolo consumato 2024 (%)
Torino	65,21
Napoli	63,68
Milano	58,72
Pescara	51,60
Padova	50,42
Monza	49,54
Bergamo	45,48
Brescia	44,25
Bari	43,44
Firenze	42,05
Palermo	40,02
Salerno	34,57
Bologna	34,42
Prato	33,34
Trieste	32,59
Vicenza	32,41
Catania	29,33
Verona	29,00
Livorno	27,99
Rimini	27,45
Giugliano in Campania	26,44
Piacenza	26,14
Bolzano/Bozen	26,09
Cagliari	25,74
Modena	25,43
Genova	24,14
Roma	23,70
Parma	21,67
Taranto	21,58
Reggio nell'Emilia	21,43

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 24. Superficie di suolo consumato in ettari (2024) a livello comunale (primi tre comuni per ogni regione)

Regione	Comune	Suolo consumato 2024 (ha)
Piemonte	Torino	8.481
	Alessandria	3.278
	Novara	2.186
Valle d'Aosta	Aosta	626
	Quart	232
	Courmayeur	219
Lombardia	Milano	10.668
	Brescia	3.990
	Cremona	1.976
Trentino-Alto Adige	Trento	2.512
	Bolzano/Bozen	1.360
	Rovereto	860
Veneto	Venezia	7.164
	Verona	5.670
	Padova	4.603
Friuli-Venezia Giulia	Trieste	2.758
	Udine	2.425
	Pordenone	1.554

Liguria	Genova	5.805
	La Spezia	1.486
	Sanremo	1.046
Emilia-Romagna	Ravenna	7.534
	Parma	5.636
	Ferrara	5.031
Toscana	Firenze	4.290
	Arezzo	3.288
	Prato	3.245
Umbria	Perugia	5.095
	Terni	2.689
	Città di Castello	2.189
Marche	Pesaro	2.493
	Ancona	2.201
	Fano	2.173
Lazio	Roma	30.397
	Latina	4.305
	Fiumicino	3.011
Abruzzo	L'Aquila	2.572
	Pescara	1.765
	Teramo	1.522
Molise	Campobasso	1.120
	Termoli	1.011
	Isernia	598
Campania	Napoli	7.547
	Giugliano in Campania	2.489
	Salerno	2.064
Puglia	Taranto	5.338
	Bari	5.062
	Brindisi	4.476
Basilicata	Matera	2.209
	Potenza	1.869
	Melfi	1.791
Calabria	Reggio di Calabria	3.402
	Corigliano-Rossano	2.736
	Lamezia Terme	2.387
Sicilia	Palermo	6.395
	Catania	5.322
	Ragusa	3.811
Sardegna	Sassari	4.265
	Olbia	2.983
	Cagliari	2.182

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 25. Consumo di suolo permanente, reversibile e al netto degli impianti fotovoltaici a terra (ettari), primi tre comuni per regione (2023-2024)

Regione	Comune	Consumo di suolo permanente 2023-2024 (ha)	Comune	Consumo di suolo reversibile 2023-2024 (ha)	Comune	Consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra 2023-2024 (ha)
Abruzzo	Vasto	2,69	Città Sant'Angelo	25,33	Cepagatti	16,10
	Penne	1,84	Cepagatti	17,29	Rosciano	14,60
	Lanciano	1,84	Rosciano	14,31	L'Aquila	10,25
Basilicata	Policoro	2,14	Melfi	39,04	Senise	8,64
	Matera	0,97	Senise	8,59	Melfi	6,79
	Paterno	0,88	Matera	6,93	Matera	6,47
Calabria	Cropalati	3,33	Cassano all'Ionio	31,1	Cassano all'Ionio	31,18
	Corigliano-Rossano	1,75	Villapiana	20,69	Villapiana	20,94
	Reggio di Calabria	1,12	Amendolara	12,57	Amendolara	13,52
Campania	Pignataro Maggiore	2,33	Ariano Irpino	23,08	Ariano Irpino	23,50
	Giugliano in Campania	2,16	Benevento	20,67	Maddaloni	13,52
	Maddaloni	2,09	Battipaglia	20,37	Acerra	13,36
Emilia-Romagna	Fidenza	12,29	Ravenna	80,22	Ravenna	84,11
	Fiorenzuola d'Arda	5,4	Modena	47,94	Modena	48,33
	Ravenna	4,87	Poggio Renatico	29,89	Parma	31,73
Friuli-Venezia Giulia	Udine	3,46	San Giorgio di Nogaro	14,85	San Giorgio di Nogaro	15,59
	Fontanafredda	1,1	Remanzacco	10,71	Udine	6,26
	Manzano	0,81	Palmanova	9,85	Pordenone	5,80
Lazio	Roma	10,68	Tarquinia	149,34	Roma	56,69
	Pomezia	6,18	Montalto di Castro	137,2	Viterbo	19,22
	Anagni	5,02	Tuscania	63,88	Fara in Sabina	16,02
Liguria	La Spezia	0,68	Genova	4,63	Genova	4,77
	Sarzana	0,61	Vado Ligure	3,17	Vado Ligure	3,17
	Santo Stefano di Magra	0,36	La Spezia	2,43	La Spezia	3,11
Lombardia	Lonato del Garda	13,67	Noviglio	15,73	Lonato del Garda	16,90
	Orio al Serio	9,00	Bergamo	14,97	Noviglio	16,35
	Pessina Cremonese	8,53	Milano	11,93	Bergamo	15,91
Marche	Fermo	2,84	Mondolfo	11,74	Pesaro	8,40
	Monsano	2,67	Urbino	7,14	Urbino	7,14
	Ascoli Piceno	2,48	Macerata	6,45	Macerata	6,87
Molise	Termoli	1,63	Montenero di Bisaccia	11,43	Termoli	3,31

	Venafro	1,01	Sesto Campano	7,81	Venafro	2,48
	Bojano	0,86	Termoli	2,75	Sesto Campano	2,15
Piemonte	Torrazza Piemonte	10	Trino	65,8	Ceresole Alba	17,36
	Novara	4,41	Alice Castello	20,24	Novara	13,34
	Cameri	4,11	Ceresole Alba	18,21	Torrazza Piemonte	12,00
Puglia	Lecce	7,23	Taranto	23,56	Bovino	26,54
	Foggia	4,54	Bovino	23,31	Ostuni	25,04
	Bovino	3,23	Ostuni	22,82	Bari	21,13
Sardegna	Porto Torres	1,67	Uta	146,89	Sassari	59,65
	Sassari	1	Sassari	93,5	Tempio Pausania	18,24
	Oschiri	0,97	Porto Torres	30,25	Olbia	16,76
Sicilia	Catania	12,35	Marsala	59,07	Catania	30,69
	Mazara del Vallo	5,97	Carlentini	52,55	Ragusa	22,19
	Salemi	5,72	Augusta	51,09	Augusta	21,71
Toscana	Casciana Terme Lari	5,41	Grosseto	37,09	Casciana Terme Lari	16,16
	Campi Bisenzio	2,38	Monticiano	11,49	Monticiano	11,57
	Prato	2,25	Casciana Terme Lari	10,75	Arezzo	10,40
Trentino-Alto Adige	Laives/Leifers	1,21	Trento	18,95	Trento	19,67
	Bolzano/Bozen	1,02	Perca/Percha	10,45	Perca/Percha	10,45
	Renon/Ritten	0,76	Varna/Vahrn	6,51	Varna/Vahrn	6,51
Umbria	Perugia	2,73	Gubbio	14,09	Gubbio	14,62
	Terni	1,17	Spoleto	12,63	Spoleto	12,98
	Giove	0,99	Nocera Umbra	9,17	Perugia	10,84
Valle d'Aosta	Châtillon	2,43	Gressan	2,46	Gressan	2,74
	Gressan	0,28	Oyace	1,26	Châtillon	2,47
	Courmayeur	0,07	Cogne	0,98	Oyace	1,26
Veneto	Cittadella	9,23	Venezia	63,18	Venezia	62,08
	Cessalto	7,28	Montebello Vicentino	27,97	Montebello Vicentino	28,41
	Lavagno	5,36	San Bonifacio	22,54	San Bonifacio	23,54

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

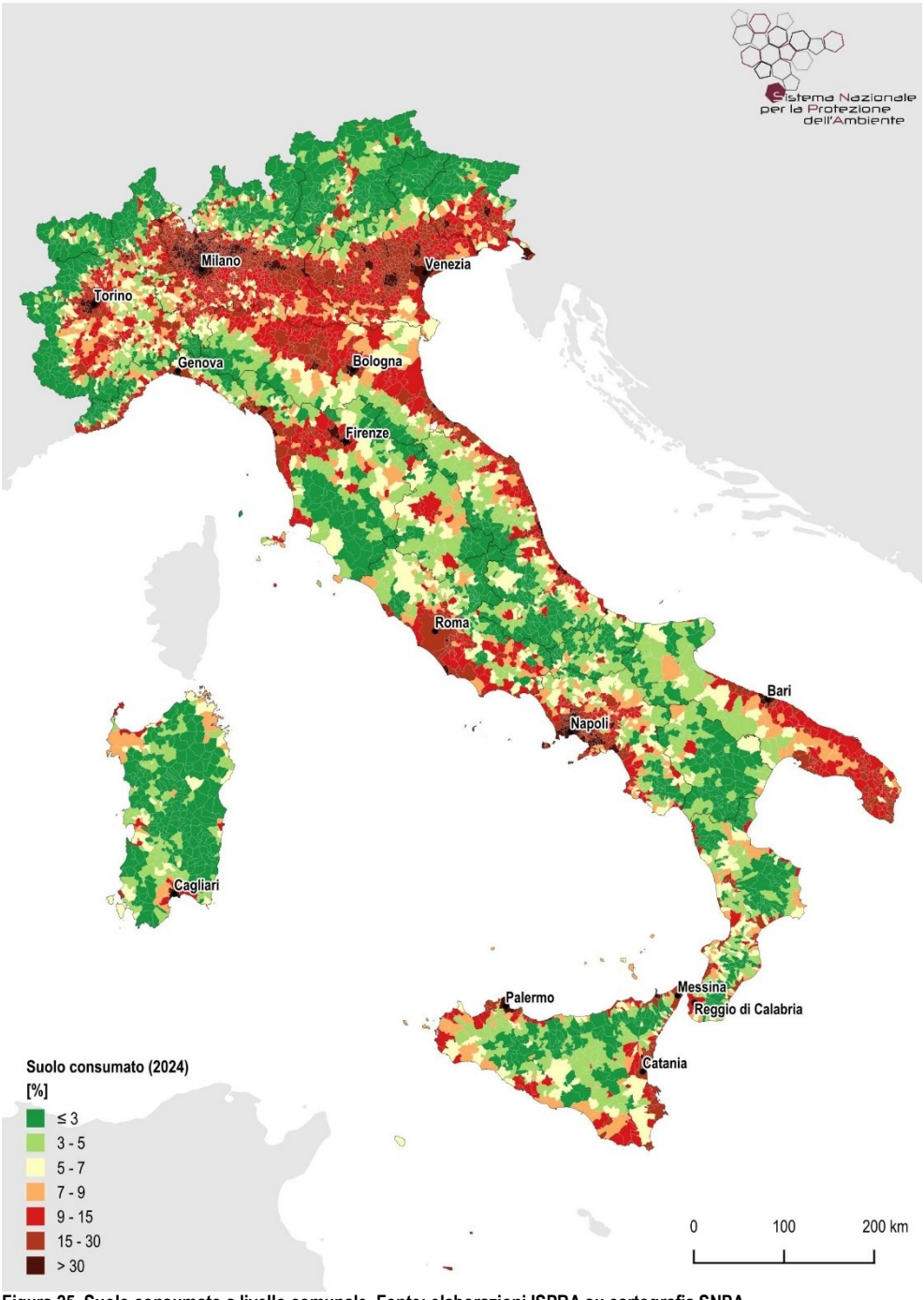


Figura 25. Suolo consumato a livello comunale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

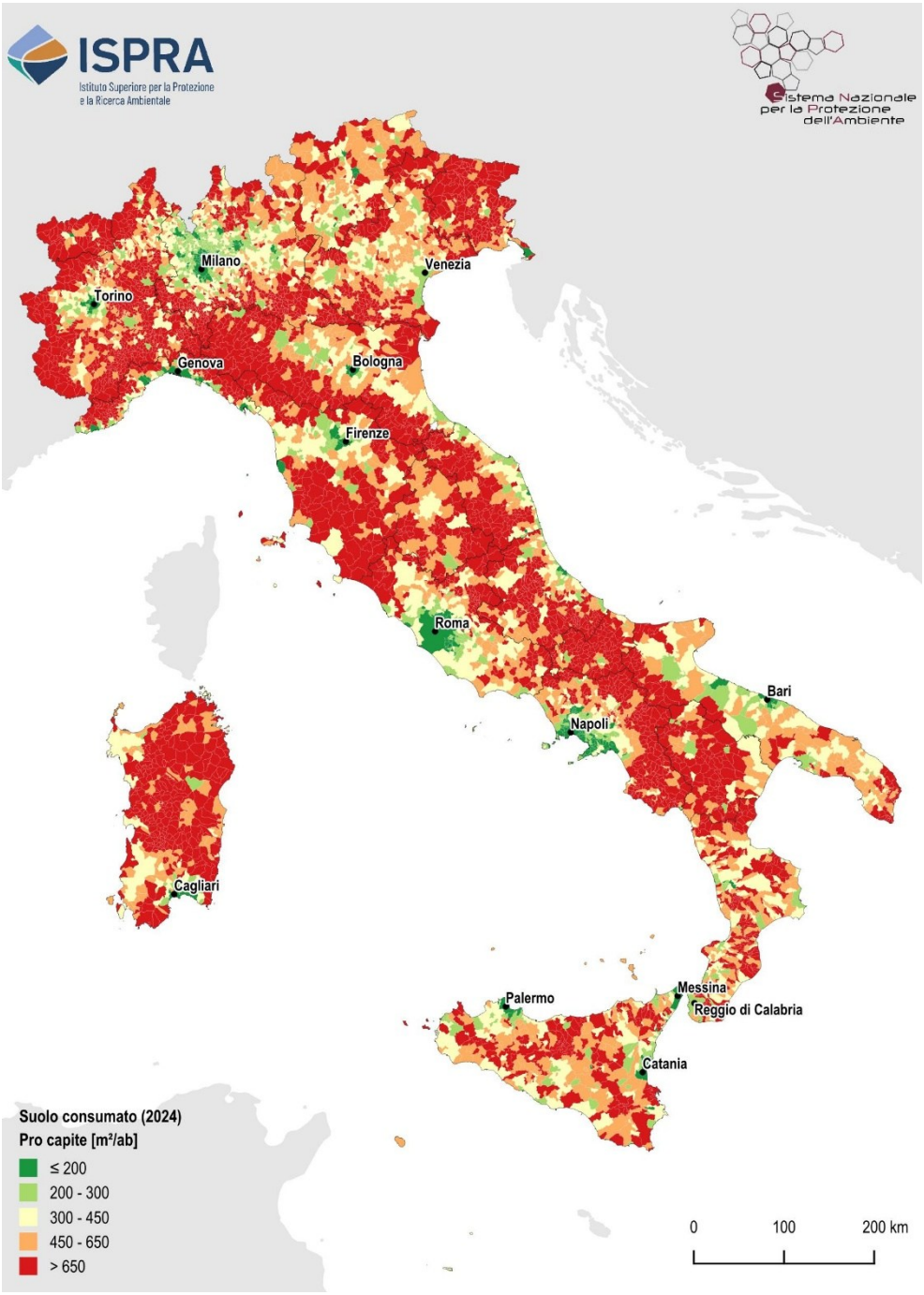


Figura 26. Suolo consumato pro capite a livello comunale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Figura 27. Densità del consumo di suolo annuale netto a livello comunale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

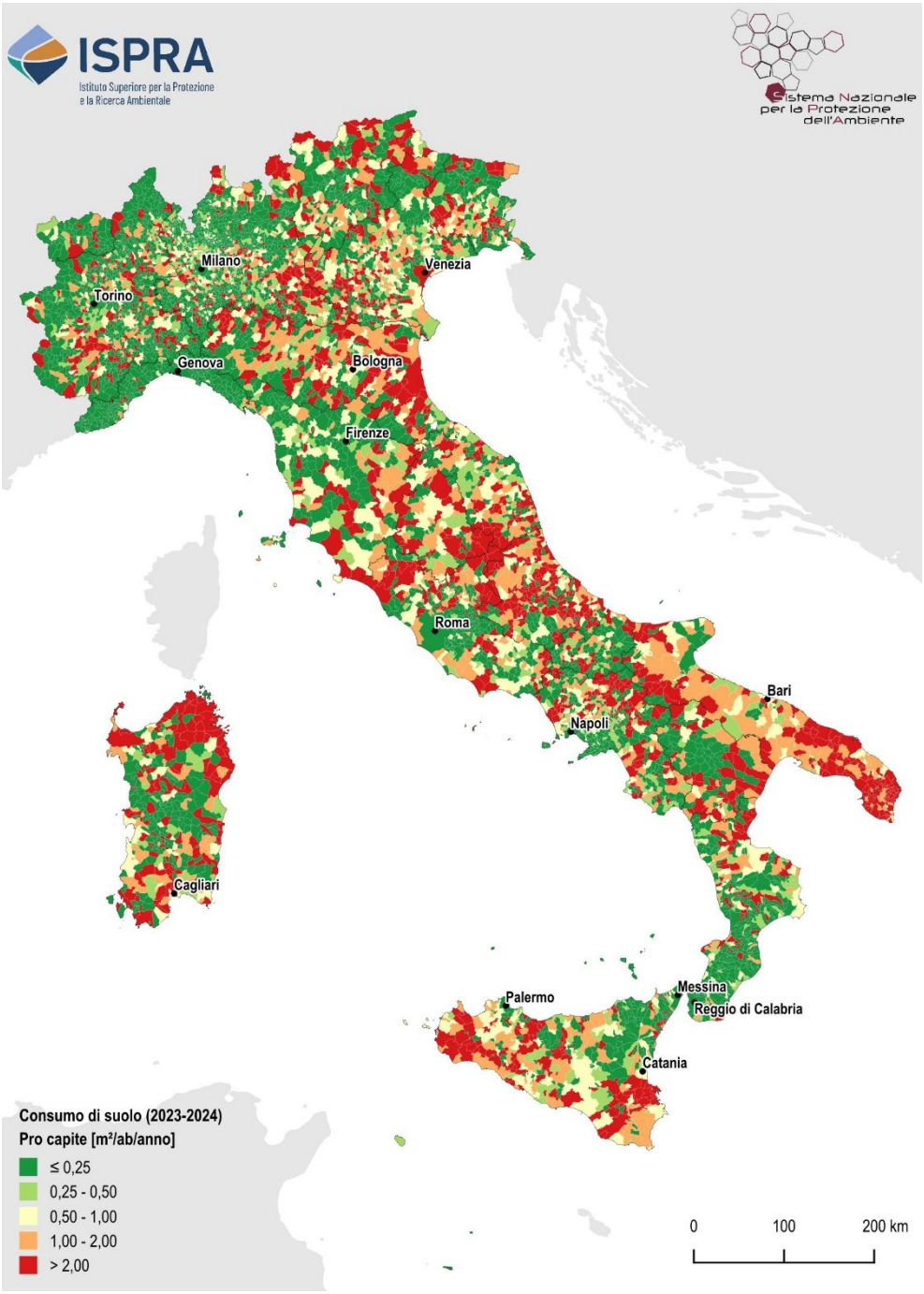


Figura 28. Consumo di suolo netto annuale pro capite a livello comunale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Il termine di *land use efficiency* viene adoperato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente per indicare l'utilizzo delle superfici artificiali nelle aree funzionali urbane (FUA) in rapporto al numero di abitanti e viene quantificato attraverso l'indicatore suolo consumato pro capite (EEA, 2021). Lo stesso è anche utilizzato per il calcolo dell'SDG 11.3.1 ed è infatti in tale contesto che il *land use efficiency* viene analizzato, anche per valutare il ruolo della presenza (o assenza) di aree verdi urbane, che non sono considerate aree artificiali (EEA, 2021). Bassi valori di *land use efficiency* indicano che poche persone utilizzano vaste aree artificiali, come nel caso di aree a bassa densità. Al contrario, alti valori di *land use efficiency* indicano che una superficie limitata di aree artificiali è utilizzata da un elevato numero di abitanti, come nelle aree densamente urbanizzate delle grandi città. Analogamente a quanto presentato nel rapporto dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, vengono qui riportate alcune analisi sull'indicatore suolo consumato pro capite effettuate a scala comunale considerando le tre classi di comuni individuate dal numero degli abitanti (piccoli[14], con popolazione inferiore ai 5.000 abitanti; medi, tra 5.000 e 50.000 abitanti; grandi, con più di 50.000 abitanti). I dati riportati in Tabella 26 evidenziano come i circa 60 milioni di abitanti italiani siano distribuiti prevalentemente nei comuni medi (50%), seguiti dai grandi (34%) e infine dai piccoli (16%). A livello territoriale, circa il 27% della popolazione vive nel Nord Ovest, il 23% al Sud, il 20% circa sia nel Nord Est sia nel Centro e quasi l'11% nelle Isole. Va tuttavia sottolineato che i piccoli comuni, pur ospitando una quota minore di popolazione, rappresentano il 58% del totale dei comuni italiani e si estendono sul 55% della superficie territoriale nazionale.

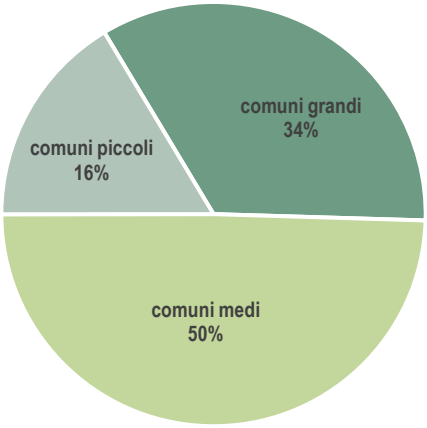


Figura 29. Distribuzione percentuale della popolazione nelle tre classi di comuni nel 2024

Nella Tabella 26 è riportato il dato della ripartizione percentuale del consumo di suolo annuale netto tra il 2023 e il 2024. Il 58% del totale consumato nell'ultima annualità si registra tra i medi e solo il 17% tra i grandi comuni a testimonianza di un disallineamento tra popolazione, consumo di suolo e territorio a disposizione, evidente anche osservando la differenza tra i valori di densità di consumo di suolo, che arriva a 6,05 m^2/ha per i grandi comuni e scende a 1,26 m^2/ha per i piccoli comuni.

[14] La definizione di "piccoli comuni" coincide con quella riportata dalla legge 158/2017: "per piccoli Comuni si intendono i Comuni con popolazione residente fino a 5.000 abitanti nonché i Comuni istituiti a seguito di fusione tra Comuni aventi ciascuno popolazione fino a 5.000 abitanti".

Tabella 26. Ripartizione del consumo di suolo nei comuni italiani divisi per dimensione demografica

	Numero di comuni (n.)	Pop. residente 2024 (ab.)	Ripartizione della pop. residente 2024 (%)	Consumo di suolo 2023-2024 (ha)	Ripartizione del consumo di suolo 2023-2024 (%)	Ripartizione del territorio (%)	Densità del consumo di suolo 2023-2024 (m^2/ha)
Comuni grandi (ab > 50.000)	139	20.103.049	34,1	1.452	17,4	8,0	6,05
Comuni medi (5.000 < ab < 50.000)	2.238	29.196.590	49,5	4.850	57,8	37,3	4,32
Comuni piccoli (ab < 5.000)	5.519	9.671.591	16,4	2.068	24,8	54,7	1,26
Totale	**7.896**	**58.971.230**	**100**	**8.370**	**100,0**	**100,0**	**2,78**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Istat

Dalla lettura del suolo consumato pro capite rappresentato nella Figura 30 si può osservare il *trend* dell'indicatore *land use efficiency* (suolo consumato pro capite) dal 2006 al 2024. Nei piccoli comuni, già dal 2006 si riscontrano valori sempre superiori ai 600 m^2/ab di suolo consumato pro capite, quindi valori bassi di efficienza nell'uso del suolo per questa categoria demografica, con valori in aumento fino a 684 m^2/ab del 2024 e un tasso di crescita proporzionalmente più alto rispetto alle altre due categorie. Anche i comuni medi e piccoli presentano un peggioramento nella *land use efficiency* dal 2006 al 2024 ma con aumenti inferiori di consumo di suolo pro capite. Tra tutti, i comuni grandi presentano i valori più bassi di suolo consumato pro capite, comunque in continua crescita, che vanno dai 187 m^2/ab del 2006 ai 196 m^2/ab nel 2024.

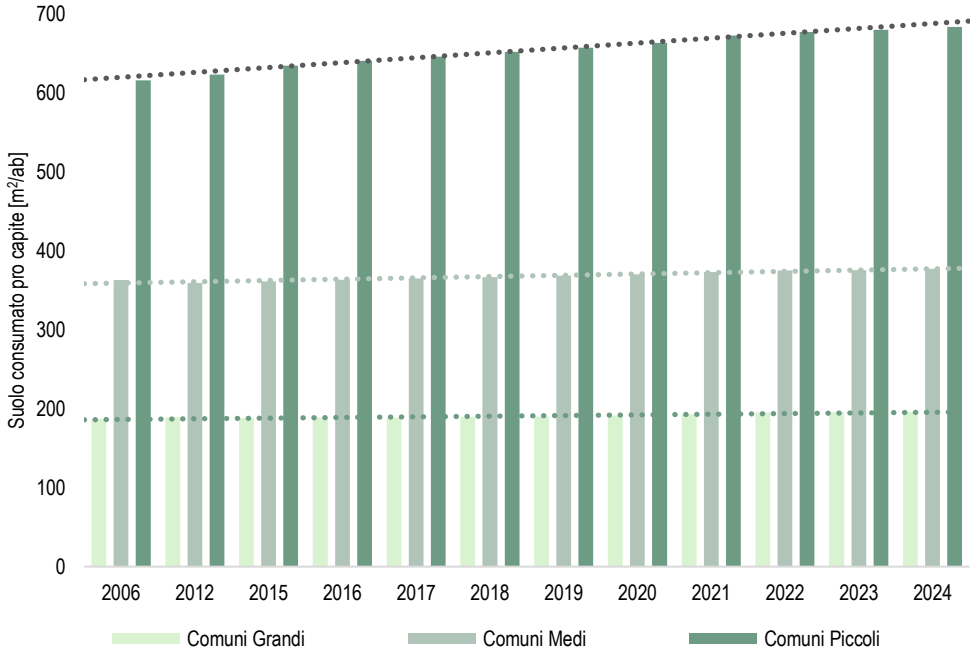


Figura 30. Suolo consumato pro capite nelle tre classi di comuni dal 2006 al 2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Il **consumo marginale di suolo** è stato elaborato a livello comunale e con riferimento alla fascia demografica (Figura 31) e alla tipologia dei comuni così come considerati nella Strategia Nazionale Aree Interne (Figura 32). In assoluto il valore dell'indicatore assume il valore massimo per il comune di Augusta, nel quale a fronte di tre soli abitanti in più sono stati consumati 35 ettari (valore indicatore sopra 118 mila, quasi 12 ettari per ogni nuovo abitante). Sono 2.943 i comuni in cui la popolazione è cresciuta per un totale di 9.169 abitanti mentre sono 4.935 quelli in cui la popolazione residente è diminuita, per un totale di 42.101 abitanti. I casi di ripristino del suolo a fronte di una crescita di popolazione è un'evenienza registrata quest'anno per 119 comuni (erano 66 l'anno scorso). Nella Tabella 27 il conteggio dei comuni, mostra come dal 2006 ad oggi la maggior parte dei comuni abbia consumato suolo nonostante la recessione demografica.

Tabella 27. Conteggio dei comuni per classe di consumo di suolo netto 2006-2024 e tendenza di variazione demografica

Consumo di suolo 2006-2024	Popolazione crescente	Popolazione decrescente	Totale
Positivo	2.829	4.758	7.605
Negativo	104	89	193
Neutralità	10	88	98
Numero comuni	**2.943**	**4.935**	**7.896**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Limitando l'analisi ai comuni nei quali la popolazione è cresciuta e in cui, quindi, il consumo marginale di suolo è generalmente positivo, il picco più elevato di consumo marginale si registra nella fascia di popolazione compresa tra i 5.000 e i 10.000 abitanti che è anche la fascia che contribuisce maggiormente al consumo di suolo nell'ultima rilevazione, la porzione di territorio italiano occupata da questa tipologia di comuni corrisponde al 16,4%. Da tener presente, a questo proposito, che anche i piccoli comuni, con popolazione inferiore alle 5 mila unità presentino valori di consumo di suolo alti distribuiti però su una percentuale di territorio che arriva al 54%. I valori assoluti, tuttavia, ci restituiscono un'informazione importante sull'insistenza del fenomeno in alcune aree del paese caratterizzate da dimensioni demografiche simili (Figura 31).

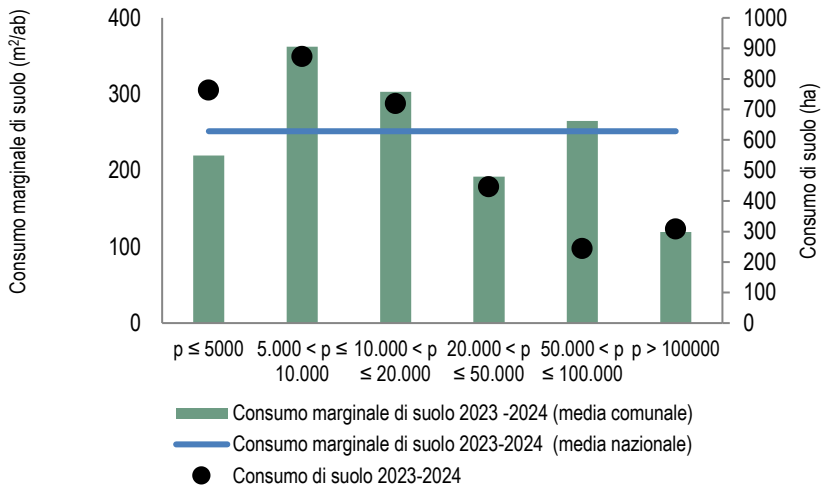


Figura 31. Consumo marginale di suolo e consumo di suolo complessivo in ettari per i comuni con popolazione crescente tra il 2023 e il 2024, per fascia demografica dei comuni. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Istat e cartografia SNPA

Analizzando l'andamento del consumo marginale di suolo per classe di perifericità del comune, limitandoci anche in questo caso ai comuni con variazione demografica positiva (circa il 40% dei comuni in Italia e il 34% del territorio nazionale), si nota, che il valore più elevato dell'indicatore registrato tra il 2023 e il 2024, si rileva nella fascia ultraperiferica con un valore di 382 m^2 per nuovo abitante (+1487 abitanti + 57 ettari suolo consumato). Da segnalare la differenza di andamento con l'ultima rilevazione che attribuiva invece ai comuni intermedi il maggior peso nel complessivo di questa analisi specifica (Figura 32).

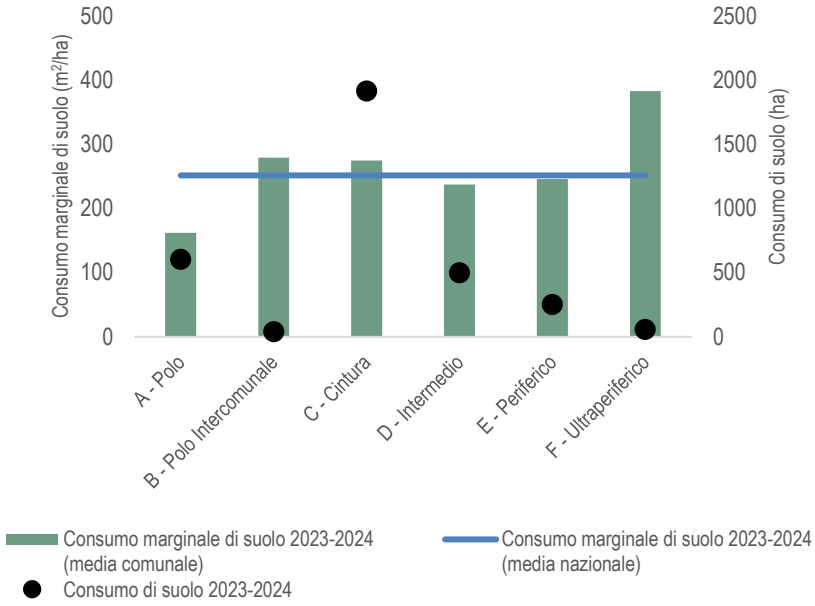


Figura 32. Consumo marginale di suolo e consumo di suolo complessivo in ettari per i comuni con popolazione crescente tra il 20223 e il 2024, per tipologia dei comuni. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Agenzia per la Coesione Territoriale e cartografia SNPA

L'analisi sui capoluoghi di regione è stata approfondita valutandone sia la densità di consumo di suolo (Figura 33 e Figura 34), sia il consumo marginale (Figura 34). Il valore più alto di densità di consumo si registra quest'anno a Bologna, con 21 m^2 di nuovo suolo consumato per ettaro di superficie. Gli ettari consumati a Bologna nell'ultimo anno sono stati poco meno di 29, pesano in questo caso le dimensioni relativamente contenute del territorio comunale. Le città che presentano il valore più basso di densità sono Ancona e Firenze con valori inferiori al metro quadro per ettaro. Roma, che è la città che presenta il maggior numero di ettari di consumo di suolo tra i capoluoghi (56,7) mostra un valore di densità di circa 4,4 m^2/ha inferiore alla media dei capoluoghi che è di 6,1 m^2/ha.
Considerando il consumo marginale, Venezia è il capoluogo che presenta il valore più basso (circa -1.046 m^2/ab), avendo consumato, nell'ultimo anno, 65 ettari di suolo e avendo avuto una diminuzione contestuale della popolazione di 623 abitanti. Il valore più alto di consumo marginale lo fa registrare L'Aquila (17.627 m^2/ab), che ha consumato poco più di 10 ettari a fronte di un aumento di 58 abitanti nell'ultimo anno. Ancona e Milano i due comuni più vicini allo zero, intervallo preferibile in un'ottica di sostenibilità e di equilibrio della relazione consumo-esigenza demografica.

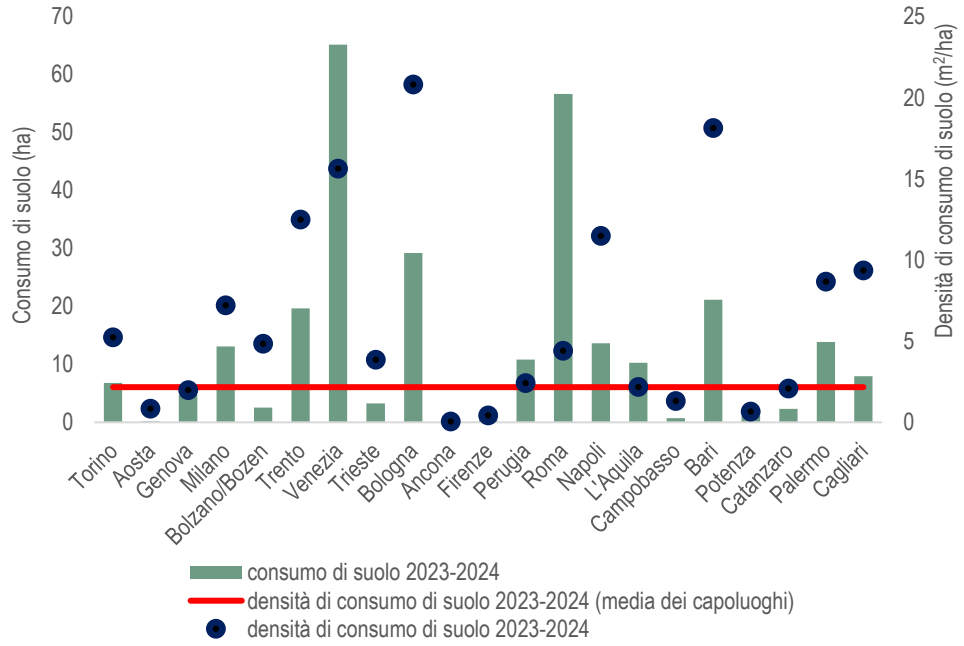


Figura 33. Consumo di suolo tra il 2023 e il 2024 in ettari complessivi e in metri quadrati per ettaro nei capoluoghi di Regione e Province autonome. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati e cartografia SNPA

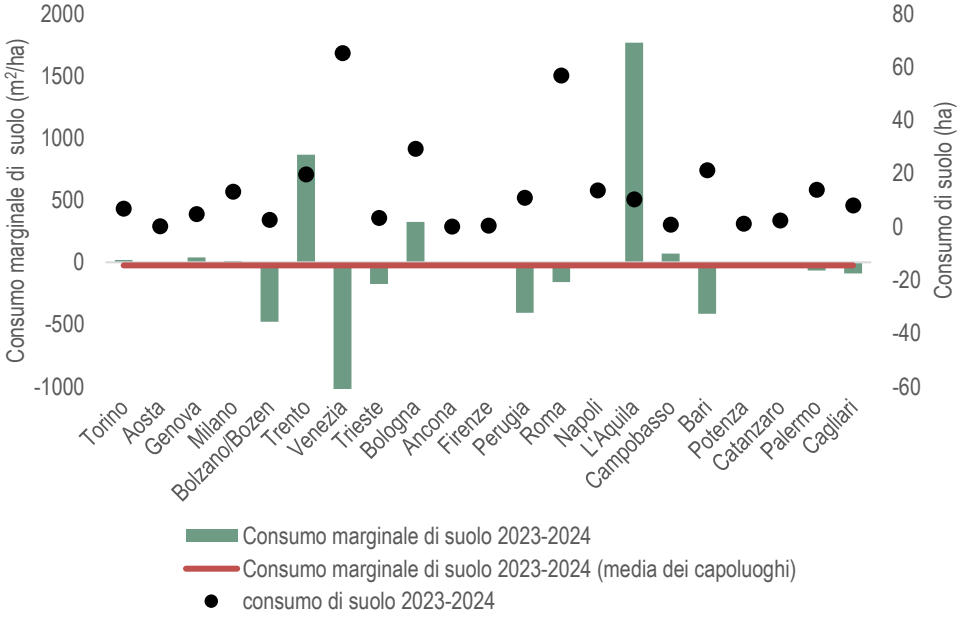


Figura 34. Consumo marginale di suolo per i capoluoghi di regione tra il 2023 e il 2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati e cartografia SNPA

Analizzando la perifericità dei comuni, si evidenzia che quelli di cintura, indipendentemente dalla loro dimensione demografica, sono sede di oltre il 47% del consumo di suolo nazionale (nella passata edizione era il 48%; Figura 36).
La densità dei cambiamenti, ovvero il consumo di suolo rapportato alla superficie territoriale, decresce con l'aumentare della perifericità a così come la somma totale del consumo a partire dai comuni di cintura.

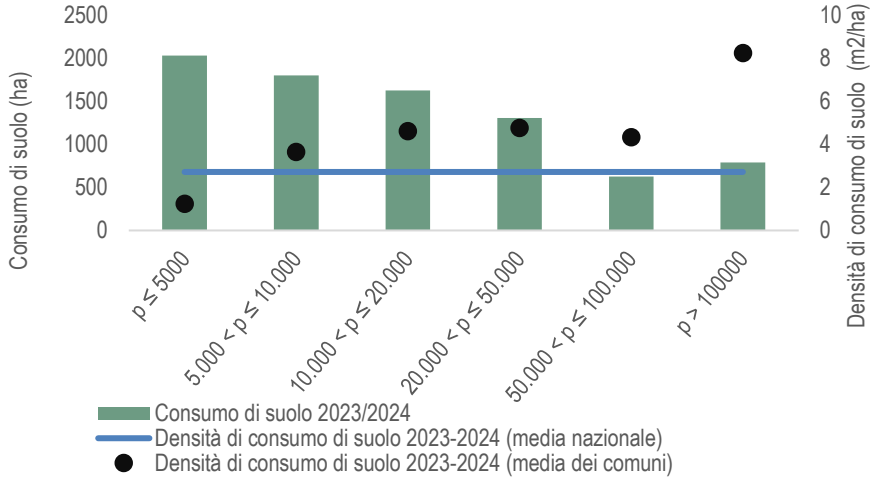


Figura 35. Consumo di suolo tra il 2023 e il 2024 in ettari complessivi (barre in verde) e in metri quadrati per ettaro (pallini in nero) per fascia demografica dei comuni. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Istat e cartografia SNPA

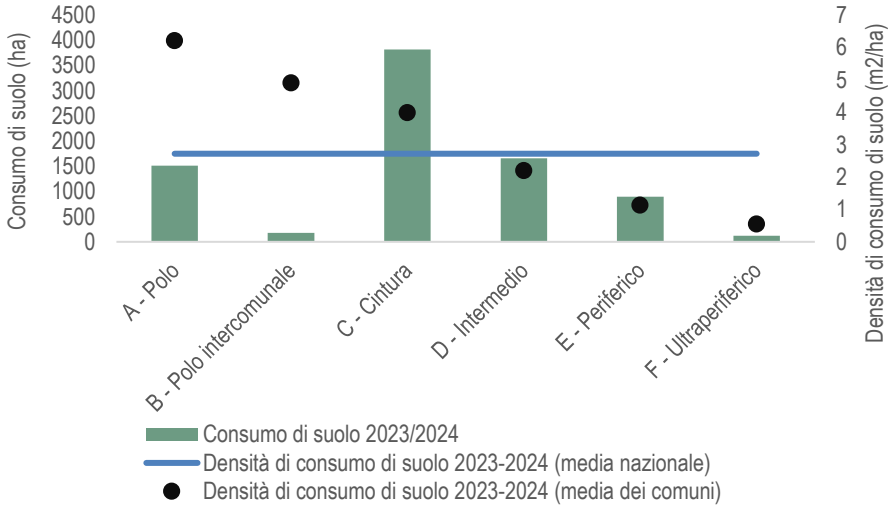


Figura 36. Consumo di suolo tra il 2023 e il 2024 in ettari complessivi (barre in verde) e in metri quadrati per ettaro (pallini in nero) per tipologia dei comuni. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Agenzia per la Coesione Territoriale e cartografia SNPA

Un'ultima categorizzazione dei comuni è stata fatta considerando la variazione demografica fra la popolazione residente relativa al 1° gennaio 2023 e quella al 1° gennaio 2024. Le variazioni percentuali sono state raggruppate in 5 classi, la classe che rappresenta la stabilità demografica, con variazioni

relativamente contenute (-0,5≤p<0,5) contiene l'apporto maggiore di consumo di suolo con oltre 4.696 ettari (Tabella 28).

Tabella 28. Suolo consumato (2024) e consumo di suolo annuale netto (ettari 2023-2024), densità di consumo di suolo annuale netto (m²/ha 2023-2024) e consumo marginale (m²/nuovi abitanti 2023-2024) per classe di variazioni demografiche

Classi di variazione demografica (%)	Numero di comuni	Suolo consumato (km²)	Consumo di suolo (ha)	Densità di consumo di suolo (m²/ha)	Consumo marginale (m²/ab)
p < -1%	1.927	2.414	845	1,19	141
-1% ≤ p < -0,5%	1.147	3.301	1.159	2,21	201
-0,5% ≤ p < 0,5%	2.926	11.744	4.711	3,82	4982
0,5% ≤ p < 1%	881	2.633	1.098	3,86	-199
p ≥ 1%	1.015	1.483	559	2,17	-121

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Istat e cartografia SNPA

I "comuni risparmia suolo"

Sulla base dei dati storici relativi al monitoraggio del consumo di suolo a cura del SNPA (2006-2024), viene proposta una valutazione delle dinamiche insediative a livello comunale, finalizzata a individuare i comuni in cui le trasformazioni dovute alla nuova artificializzazione risultano limitate[15] o assenti.
In una prima fase sono stati esclusi dalla selezione i comuni in cui le dinamiche insediative sono condizionate da variabili demografiche (significativo calo demografico) o dalla composizione del territorio (presenza di ampie porzioni del territorio comunale già artificializzate). È stato dunque definito il set di parametri e soglie riportato nella Tabella 29.

Tabella 29. Parametri e soglie adottati per la selezione dei comuni considerati nella classifica dei "comuni risparmia suolo". I comuni nei quali le cinque condizioni risultano verificate sono stati considerati per l'elaborazione della graduatoria finale

	Parametro	Soglia
1	Consumo di suolo annuale (2023-2024) Comuni grandi Comuni medi Comuni piccoli	 ≤ 1,0 ha ≤ 0,5 ha ≤ 0,0 ha
2	Consumo di suolo annuale medio netto (2006-2024)	≤ 3 ha
3	Suolo consumato al netto dei corpi idrici (2024)	≤ 50%
4	Suolo consumato nelle aree pianeggianti (<10% di pendenza) (2024)	≤ 50%
5	Variazione di popolazione (2006-2024)	≥-10%
6	SDG 11.3.1	≤ 1

L'analisi è stata condotta suddividendo i comuni in tre categorie in funzione della dimensione demografica e selezionando, per ciascuna categoria, quello con il minore consumo di suolo per il periodo 2022-2024, ottenendo i risultati mostrati in Tabella 30. Quest'anno, tra i comuni grandi, nessuno ha rispettato i criteri e non è stato possibile, quindi, individuare un comune "risparmia suolo" per questa categoria.

Tabella 30. Comuni "risparmia suolo" 2024, individuati sulla base dei valori di consumo di suolo per il periodo 2022-2024

Categoria	Comune
Comuni grandi (>100.000 ab.)	-
Comuni medi (10.000≤ ab. ≤100.000)	Trofarello (Provincia di Torino)
Comuni piccoli (<10.000 ab.)	Ala di Stura (Provincia di Torino)

[15] Non più di un ettaro per i grandi comuni, non più di mezzo ettaro per i comuni medi, pari a zero (o negative) per i piccoli.

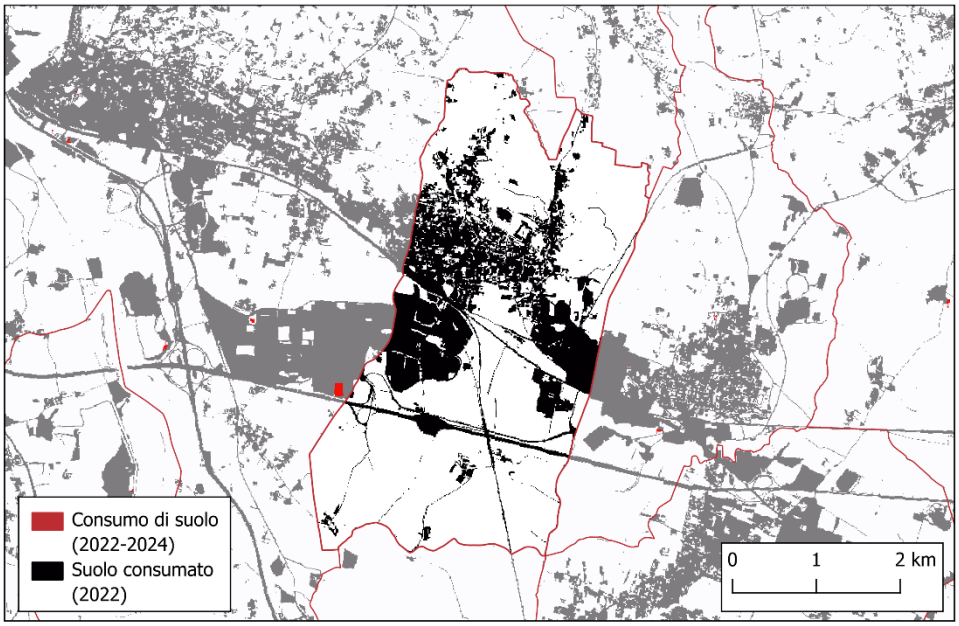


Figura 37. Suolo consumato al 2022 e cambiamenti tra 2022 e 2024 nel comune di Trofarello, che ha registrato il minore consumo di suolo lordo per il periodo 2022-2024 tra i comuni medi

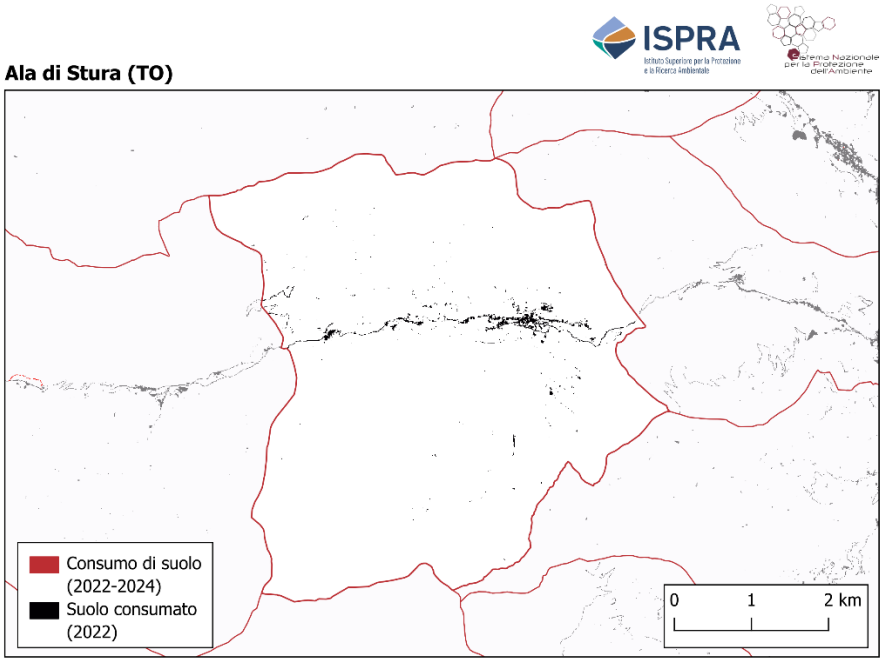


Figura 38. Suolo consumato al 2022 e cambiamenti tra 2022 e 2024 nel comune di Ala di Stura, che ha registrato il minore consumo di suolo lordo per il periodo 2022-2024 tra i piccoli comuni

GLI SCENARI FUTURI

Considerando il complesso e articolato sistema di obiettivi, politiche e azioni esistenti a diverso livello, è difficile realizzare una valutazione realistica degli scenari di trasformazione del territorio italiano. Di certo, nel caso in cui la velocità di trasformazione dovesse confermarsi pari a quella attuale anche nei prossimi anni, si potrebbe stimare il nuovo consumo di suolo, che sarebbe pari a 2.133 km^2 tra il 2024 e il 2050 e a 553 km^2 se l'azzeramento fosse anticipato al 2030 (Figura 39). Se invece si dovesse tornare alla velocità media registrata nel periodo 2006-2012, si sfiorerebbero i 3.000 km^2. Nel caso in cui si attuasse una progressiva riduzione della velocità di trasformazione, ipotizzata nel 15% ogni triennio, si avrebbe un incremento delle aree artificiali di 338 km^2, prima dell'azzeramento al 2030, o di 998 km^2, prima dell'azzeramento al 2050. Sono tutti valori molto lontani dagli obiettivi di sostenibilità dell'Agenda 2030 che, sulla base delle attuali previsioni demografiche, imporrebbero addirittura un saldo negativo del consumo di suolo. Ciò significa che, a partire dal 2030, la "sostenibilità" dello sviluppo richiederebbe un aumento netto delle aree naturali di 374 km^2 o addirittura di 883 km^2 che andrebbero recuperati nel caso in cui si volesse anticipare tale obiettivo a partire da subito.

Considerando i costi annuali medi dovuti alla perdita di servizi ecosistemici, sia per la componente legata ai flussi, sia per la componente legata allo stock (cfr. § *La perdita di servizi ecosistemici del suolo*), si può stimare, se fosse confermata la velocità media 2006-2024 anche nei prossimi 6 anni e quindi la crescita dei valori economici dei servizi ecosistemici persi, un costo cumulato complessivo, tra il 2006 e il 2030, compreso tra 172 e 211 miliardi di euro.

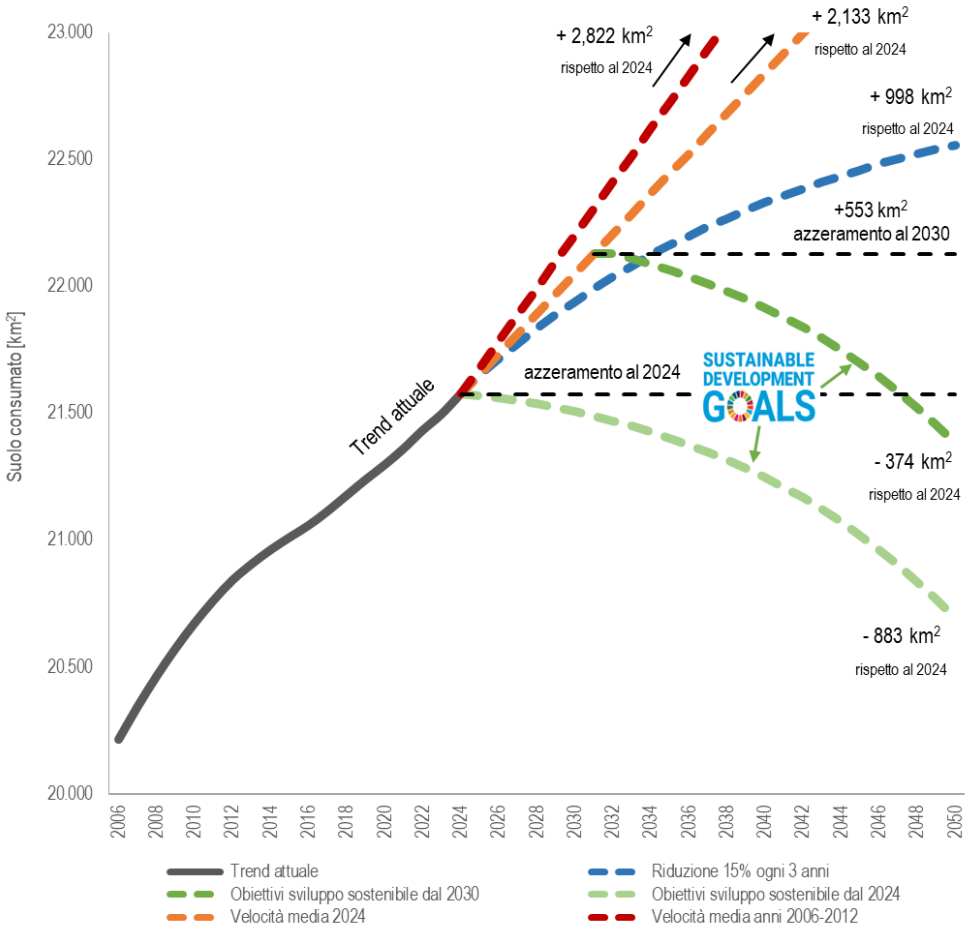


Figura 39. Scenari di consumo di suolo in Italia (km² di suolo consumato a livello nazionale al 2050). Fonte: elaborazione ISPRA

Con l'obiettivo di sviluppare una metodologia predittiva del consumo di suolo nel breve/medio periodo, sono state sperimentate alcune tecniche di intelligenza artificiale, che stimano il consumo di suolo sulla base di variabili predittive, cioè informazioni correlabili con il consumo di suolo.
Tali modelli, in una fase chiamata "allenamento", apprendono quali sono le variabili più correlate con il consumo di suolo ed elaborano un modello che fornisce una stima (la predizione) in un prossimo periodo.
Le tecniche sperimentate sono sia di tipo statistico (in cui si considerano solo variabili numeriche) che di tipo spazialmente esplicito (in cui si considerano le variabili come dati geografici).
Relativamente alla predizione di tipo statistico, la ricerca ha riguardato l'individuazione e la raccolta delle variabili socioeconomiche[16] da utilizzare per la predizione, e la definizione della metodologia di intelligenza artificiale da utilizzare.

[16] Si ringrazia il Prof. Francesco Zullo dell'Università degli Studi dell'Aquila per aver condiviso il database contenente molte delle variabili socioeconomiche e territoriali utilizzate nella predizione.

Alcune decine di variabili socioeconomiche, disponibili al livello amministrativo provinciale per gli ultimi decenni, sono state selezionate per allenare il modello, tra cui: la serie storica del consumo di suolo (fonte SNPA), i permessi di costruire (fonte Istat), la popolazione (fonte Istat), numero imprese attive (fonte Istat), la lunghezza della rete autostradale e stradale (fonte OpenStreetMap), la lunghezza della rete ferroviaria (fonte OpenStreetMap).
Nella sperimentazione, i risultati migliori sono stati ottenuti applicando un metodo di regressione chiamato "Random Forest" allenato con dati relativi al periodo 2006-2023, per ottenere una predizione del consumo di suolo nel periodo 2023-2030; il risultato è di circa 302 km^2, in linea con il consumo di suolo dei 6 anni precedenti.
Questi modelli, oltre a fornire delle predizioni sul consumo di suolo, sono anche strumenti di analisi perché dalle loro elaborazioni è possibile capire quali sono le variabili più correlate con il consumo di suolo. In particolare, per la predizione le variabili più correlate sono risultate: il consumo di suolo dei periodi precedenti e la lunghezza della rete autostradale. Cioè, tendenzialmente il nuovo consumo di suolo è influenzato principalmente da quanto si è consumato nel passato e dalla presenza di autostrade nel territorio.
Relativamente alla predizione spazialmente esplicita, la variabile socioeconomica di popolazione è stata affiancata a quelle di natura più propriamente geografica come: la distanza dalla linea di costa, il sistema vincolistico insistente sul territorio, le zone a rischio frana e alluvione, la quota del terreno e il valore delle locazioni in Italia (dati OMI). La predizione spazialmente esplicita si basa sull'utilizzo del plugin di QGIS MOLUSCE[17] che, tramite un sistema di training che sfrutta differenti algoritmi (ANN, *Multicriteria Evaluation*, etc.), elabora le potenziali mappe di transizione da una classe di consumo suolo a un'altra con lo scopo ultimo di creare mappe di predizione e relativa attendibilità della predizione tramite un algoritmo di tipo *cellular automata*. Il sistema è ancora largamente sperimentale e l'obiettivo dell'analisi in questa fase è non tanto quello di estrapolare valori di consumo suolo aderenti alla realtà, ma soprattutto quello di identificare a livello geografico potenziali nuove aree di suolo consumato/rinaturalizzato indipendentemente da specifici vincoli e previsioni presenti negli strumenti urbanistici vigenti. Data la natura dell'operazione di scenarizzazione, il risultato che ci si attende non è ovviamente un risultato esatto o reale, ma piuttosto uno scenario verosimile costruito sulla base delle trasformazioni passate e può avere qualche utilità di tipo più statistico che relativa alla localizzazione geografica. Basandosi, quindi, su dati di consumo suolo dal 2018 al 2024, in questa prima fase sperimentale si è scelto di effettuare la scenarizzazione al 2030 su tutte le città metropolitane italiane, differenziando tra consumo di suolo irreversibile, reversibile e suolo non consumato. Mentre la predizione è stata effettuata tramite *cellular automata*, la fase di allenamento dell'algoritmo e calcolo delle mappe potenziali di transizione è stata svolta usando l'algoritmo *Weights of Evidence* (WoE), che rispetto ad altri ha manifestato migliori performance in termini non solo di fluidità dell'elaborazione ma anche in termini di consistenza geografica della predizione (minimizzazione dei *pixel* sparsi, individuazione di aree geograficamente coerenti). L'algortimo WoE nello specifico è stato ideato in ambito medico, combinando sintomi e diagnosi cliniche al fine di prevenire malattie (Lusted, 1968), è stato quindi applicato successivamente in ambito di ingegneria mineraria (Bonham-Carter *et al*., 1990) e risulta particolarmente adatto per la creazione di scenari basandosi sul principio che determinati fenomeni possono accadere nel futuro, qualora ci si trovi nelle medesime condizioni che li hanno scatenati nel passato. Inoltre, il metodo si è dimostrato particolarmente valido qualora i dati in ingresso all'analisi siano frammentari e non ci siano evidenti correlazioni tra le variabili considerate. Da questa prima analisi, sono stati stimati i valori previsti del consumo di suolo tra il 2024 e il 2030 sul territorio di ognuna delle 14 città metropolitane italiane con un valore totale di 75 km^2. Confrontando poi i valori di consumo negli

[17] https://plugins.qgis.org/plugins/molusce/

ultimi 6 anni, per quasi tutte le città metropolitane si ottengono valori di previsione in linea con quanto registrato nel passato, evidenziando come le tipologie di consumo sono differenti a seconda della città esaminata: ad esempio, per città come Genova e Napoli si assiste molto spesso a un accostamento di aree di consumo reversibile poco estese ad aree già consumate irreversibilmente, oppure all'ampliamento o densificazione delle aree consumate irreversibilmente (Figura 40, Figura 41). In città come Messina, Roma e Milano invece si assiste all'identificazione di zone mediamente estese di nuovo suolo consumato, sia reversibile che irreversibile, e il passaggio di zone da consumo reversibile a irreversibile (Figura 42). In maniera trasversale a tutte le città esaminate, raramente si assiste a fenomeni di rinaturalizzazione.

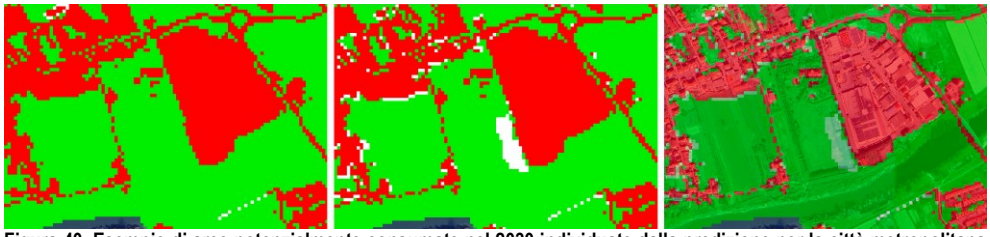


Figura 40. Esempio di aree potenzialmente consumate nel 2030 individuate dalla predizione per la città metropolitana di Firenze. A sx: in rosso le aree consumate irreversibilmente, in bianco le aree consumate reversibilmente e in verde le aree non consumate al 2024, al centro: predizione del consumo di suolo al 2030 per la medesima zona, a dx: predizione al 2030 su immagine satellitare

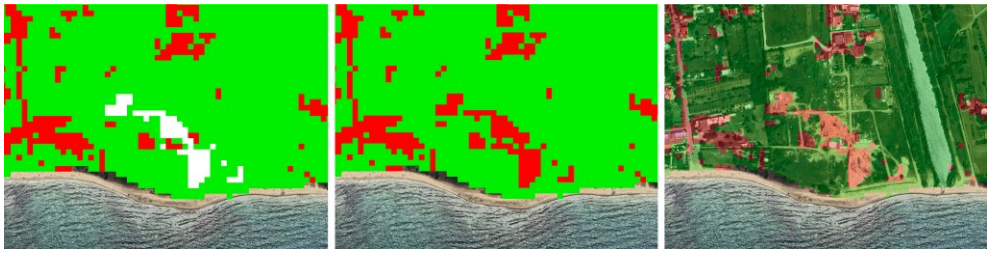


Figura 41. Esempio di aree potenzialmente consumate nel 2030 individuate dalla predizione per la città metropolitana di Cagliari. A sx: in rosso le aree consumate irreversibilmente, in bianco le aree consumate reversibilmente e in verde le aree non consumate al 2024, al centro: predizione del consumo di suolo al 2030 per la medesima zona, a dx: predizione al 2030 su immagine satellitare

Figura 42. Esempio di aree potenzialmente consumate nel 2030 individuate dalla predizione per la città metropolitana di Roma. A sx: in rosso le aree consumate irreversibilmente, in bianco le aree consumate reversibilmente e in verde le aree non consumate al 2024, al centro: predizione del consumo di suolo al 2030 per la medesima zona, a dx: predizione al 2030 su immagine satellitare

ACCESSO AI DATI DI USO, COPERTURA E CONSUMO DI SUOLO

Allo scopo di rendere i dati fruibili e accessibili da parte di una platea sempre più ampia di soggetti, accanto al consueto rapporto annuale, ISPRA ha introdotto l'EcoAtl@nte[18],uno strumento di divulgazione che, attraverso una rappresentazione cartografica dei dati, integrata da testi sintetici e altre informazioni grafiche, permette di accedere alle principali informazioni ambientali raccolte nel Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA), garantendo una consultazione immediata e interattiva (Figura 43).

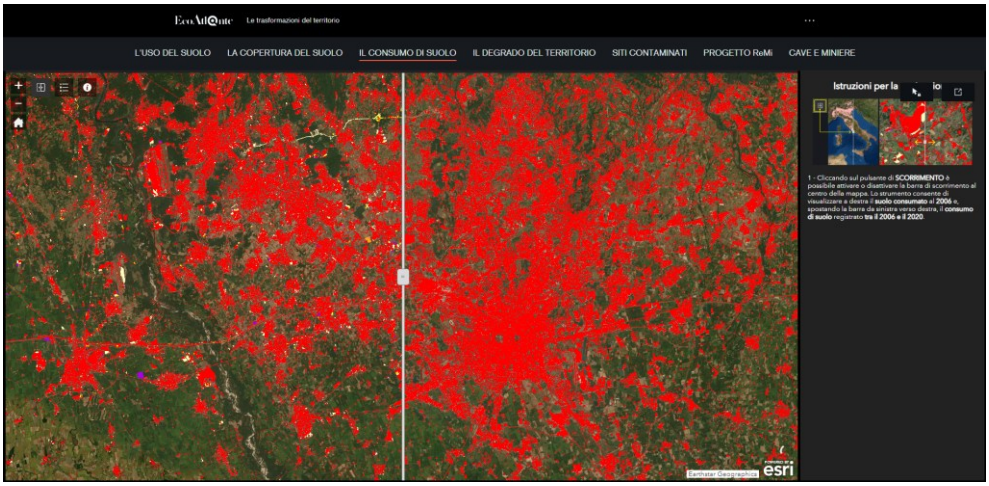
Figura 43. Pagina di accesso all' all'EcoAtl@nte

L'EcoAtl@nte offre l'accesso alle banche dati ambientali di ISPRA e del SNPA attraverso le *Storymap* (Figura 44, Figura 45), che offrono una panoramica sui principali temi ambientali per mezzo di mappe, testi, filmati e *dashboard,* consentendo anche la consultazione di dettaglio del dato, a scala nazionale o rispetto ad ambiti territoriali specifici (comune, provincia, regione). La piattaforma offre, inoltre, la possibilità di mettere in relazione e combinare dati diversi per produrre mappe personalizzate condivisibili su piattaforme esterne e piattaforme *social*.

Gran parte dei dati, delle cartografie e degli indicatori presentati nell'ambito di questo rapporto sono inoltre consultabili sul portale del consumo di suolo del SNPA realizzato da ARPA Piemonte in collaborazione con ISPRA (Figura 46). Il download dei dati completi, resi disponibili sia in forma tabellare (indicatori a livello nazionale, regionale, provinciale e comunale) che in forma di dataset geografico utilizzabile da qualsiasi software GIS (*Geographic Information System*), può essere effettuato dalla sezione del *groupware* del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA) dedicata ai dati di monitoraggio del territorio (Figura 47).

[18] https://ecoatlante.isprambiente.it/

Figura 44. Codice QR da inquadrare con smartphone o tablet per accedere all'EcoAtl@nte



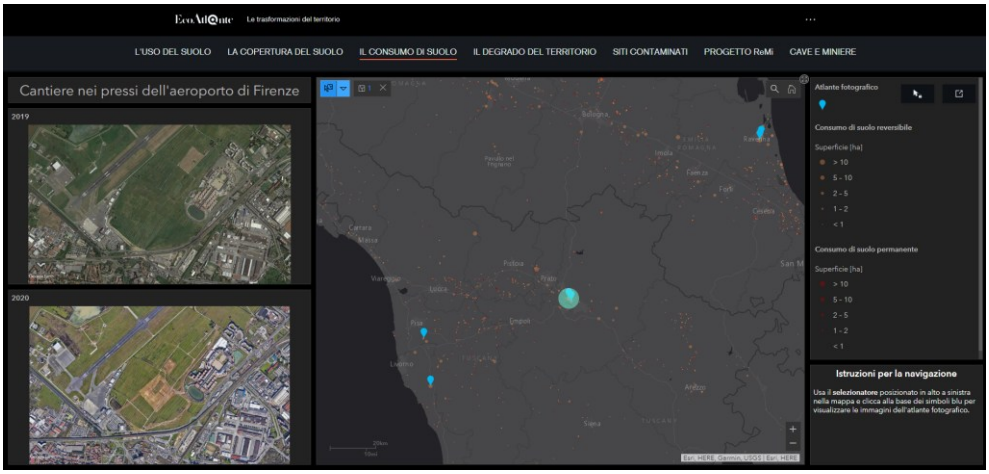


Figura 45. Esempi di *web-app* consultabile all'interno delle *storymap* contenute nell'EcoAtl@nte

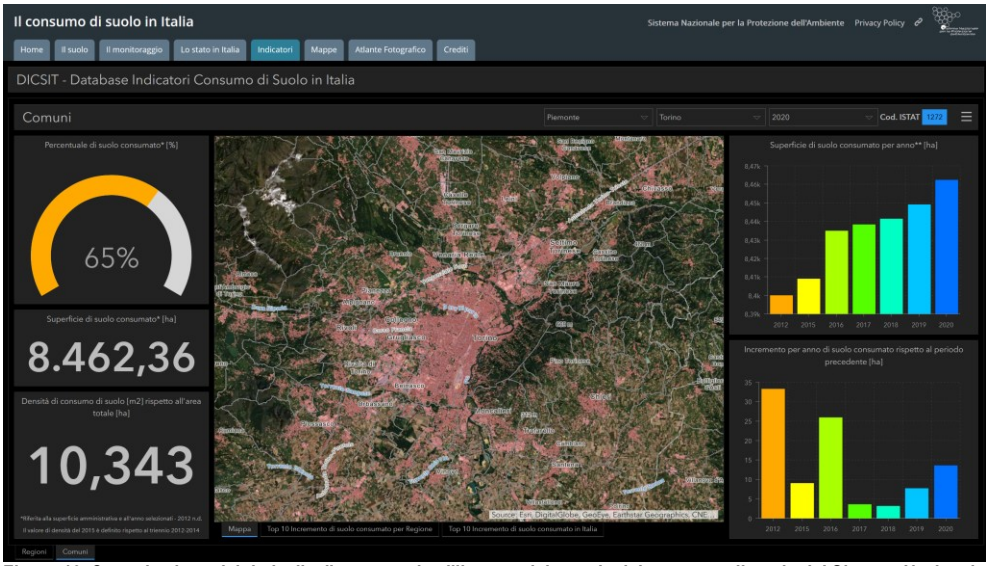


Figura 46. Consultazione dei dati a livello comunale all'interno del portale del consumo di suolo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)

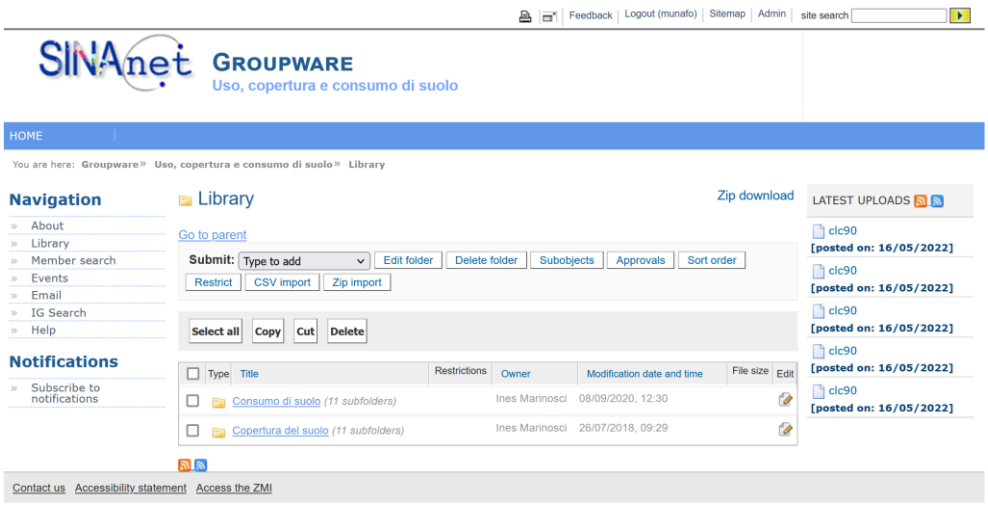


Figura 47. Download dei dati tramite il *groupware* del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA)

UN RACCONTO FOTOGRAFICO SUL CONSUMO DI SUOLO: "UNO SCATTO PER RACCONTARE IL CAMBIAMENTO"

In occasione della presentazione dei nuovi dati sul consumo di suolo, ISPRA e SNPA hanno rinnovato l'iniziativa per coinvolgere professionisti e amatori del mondo della fotografia del paesaggio con il concorso "uno scatto per raccontare il cambiamento", per testimoniare, attraverso gli occhi di chi vive il territorio, come i nuovi cantieri, i processi di urbanizzazione, la realizzazione di edifici, di infrastrutture, di aree estrattive, di poli produttivi, della logistica e della grande distribuzione abbiano modificato e continuino a modificare profondamente l'assetto del paesaggio e la quotidianità dei cittadini.

Figura 48. Locandina della seconda edizione del contest fotografico promosso da ISPRA "Uno scatto per raccontare il cambiamento"

Tra le pagine del rapporto sono presenti alcuni degli scatti proposti dai partecipanti, inseriti nei paragrafi che trattano temi affini ai soggetti delle foto e che descrivono il consumo di suolo da diverse prospettive, fornendo un punto di vista nuovo e importante nella caratterizzazione e nella comprensione del fenomeno. Infatti, accanto all'attività di monitoraggio del consumo di suolo, essenziale e imprescindibile per fornire l'adeguata base conoscitiva, è importante che venga riconosciuta la giusta attenzione anche a come i cambiamenti nell'assetto del tessuto insediativo, produttivo e infrastrutturale condizionano la quotidianità e la percezione del contesto da parte di chi vive il territorio.
La foto vincitrice della seconda edizione del concorso promosso da ISPRA è stata scattata da Fabio Orlandini il 2 maggio 2025 a Gaiano di Torrile (Parma) e mostra la realizzazione di un nuovo capannone, immediatamente accanto a un edificio rurale abbandonato e su un terreno precedentemente utilizzato a fini agricoli. Il titolo dello scatto è "Art.9: la Repubblica tutela il paesaggio" (Figura 49).

Figura 49. Prima classificata – foto di Fabio Orlandini "Art.9 la Repubblica tutela il paesaggio", 2 maggio 2025, Gaiano di Torrile (PR)

Si è classificata al secondo posto, la foto di Greta Stella "Scheletri dell'armadio" scattata il 26 agosto 2023 e ritrae i resti di un complesso residenziale abbandonato dal 1962 sulle colline del villaggio di Pineland, nel comune savonese di Borghetto Santo Spirito, uno dei simboli della cementificazione sfrenata del Ponente Ligure (Figura 50). L'autrice condivide uno degli scatti provenienti dal suo progetto di fotografia documentaria "CEMENTUM – Suolo perduto e terre resistenti" che indaga il fenomeno del consumo di suolo in Liguria, descrivendo il suo scatto con queste parole: "sessant'anni fa il boom economico italiano ha silenziosamente ridefinito il concetto di spazio. Il suolo è diventato profitto e il cemento ha iniziato a ricoprire gli orti. In nome della modernità e del diritto al mare, la Liguria si è trasformata radicalmente, consumando spazio che in fondo non ha mai avuto. Un'abbuffata selvaggia, incontrollata e dominante. Da allora si è continuato a costruire dappertutto: a 5 metri dal mare, sui fiumi, nei terrazzamenti scoscesi, a fianco alle strade e all'interno di colline e montagne. Ciò che è rimasto incompiuto è ancora lì, da decenni, sotto gli occhi di tutti".

Figura 50. Seconda classificata *ex aequo* – foto di Greta Stella "Scheletri nell'armadio", 26 agosto 2023, Borghetto Santo Spirito (SV)

La seconda foto classificata con parimerito è "Attesa" di Gabriele Nicolò, scattata a Grugliasco (TO) il 23 settembre 2025, e ritrae il cantiere della futura Città delle Scienze, ossia il nuovo polo universitario dell'Università di Torino (Figura 51).

Figura 51. Seconda classificata *ex aequo* – foto di Gabriele Nicolò "Attesa", 23 settembre 2025, Grugliasco (TO)

Il terzo posto è stato attribuito alla foto “Erosione” di Matteo Monzali, scattata il 2 marzo 2025 con un drone, su una cava poco sopra Carrara (Figura 52). Nella foto si intrecciano le strade tracciate per il trasporto dei blocchi di marmo, insieme ai macchinari e ai materiali estratti, che dall’alto evocano la forma di un formicaio. L’autore precisa che con questa foto intende restituire la scala e l’impatto di uno degli sfruttamenti della risorsa suolo più evidenti e controversi del Paese.

Figura 52. Terza classificata *ex aequo* – foto di Matteo Monzali “Erosione”, 2 marzo 2025, Carrara (MS)

Anche in questo caso è stato attribuito un parimerito con la foto di Carlotta Bartolucci “Vista da bob: sguardo sui giochi Milano-Cortina 2026, scattata il 4 ottobre 2024 a Cortina d’Ampezzo (BL). La foto ritrae il cantiere per la realizzazione della pista da bob dei prossimi giochi olimpici, ed è stata scattata nell’ambito di un’iniziativa che promuove la trasparenza e la tutela dell’ambiente in relazione alle trasformazioni causate dai cantieri delle olimpiadi (Figura 53).

Figura 53. Terza classificata *ex aequo* – foto di Carlotta Bartolucci “Vista da bob”, 4 ottobre 2024, Cortina d’Ampezzo (BL)

STATO E TRASFORMAZIONI DEL TERRITORIO

USO E COPERTURA DEL SUOLO

Uso e copertura del suolo sono due ambiti estremamente correlati nell'analisi dei fenomeni e dei processi che caratterizzano l'evoluzione del territorio. Queste trasformazioni hanno conseguenze sostanziali sul benessere dell'uomo e sullo stato dell'ambiente a livello globale, regionale e locale, è quindi necessario lo sviluppo di opportuni strumenti di monitoraggio in grado di sostenere in modo organico la definizione e l'implementazione di adeguate politiche di governo e gestione sostenibile del territorio. Questo paragrafo descrive le principali attività e di mappatura e analisi dell'uso e della copertura del suolo svolte da ISPRA[19], offrendo, inoltre, una panoramica sui principali strumenti disponibili per l'Italia nell'ambito del servizio di monitoraggio del territorio del Programma Copernicus (Tabella 31).

Il servizio di monitoraggio del territorio del Programma Copernicus

Il Servizio di monitoraggio del territorio del Programma Copernicus[20] (*Copernicus Land Monitoring Service* - CLMS) offre informazioni geografiche sul suolo e su numerose variabili ad esso correlate, raccolte e organizzate secondo sei componenti.

La componente di *Full-coverage Land Cover & Use* include gli *High Resolution Layers* (HRL), che descrivono con dettaglio di 10 metri (20 metri nelle prime versioni) le principali macro classi di copertura e uso del suolo (Congedo *et al.,* 2016) e il CORINE *Land Cover* (Munafò e Marinosci, 2018), uno strato vettoriale con minima unità mappabile di 25 ettari, che mappa l'intero territorio europeo dal 1990 secondo 44 classi di uso e copertura del suolo; più di recente è stato introdotto il CLC *Plus Backbone*, uno strato pubblicato in formato *raster* (a 10 metri con sistema di classificazione a 12 classi[21] di copertura del suolo) per il 2018, 2021 e 2023 e in formato vettoriale, per il 2018, con legenda a 18 classi di copertura del suolo. A questa componente afferisce, inoltre, lo strato di uso-copertura del suolo a scala globale *Global Dynamic Land Cover* (Buchhorn, *et al*., 2020; Arnold *et al*., 2025).

Alla componente di *Land Cover & Use in Priority Areas* del CLMS (in precedenza denominata *Local component*) fanno capo dati di uso e copertura del suolo ad alta risoluzione specifici per la descrizione di dettaglio di quattro ambiti critici dal punto di vista ambientale, territoriale e ecosistemico: *Urban Atlas* mappa le 84 *functional urban area* sul territorio nazionale secondo un sistema di classificazione di derivazione CORINE *Land Cover*, mentre i dati *Riparian Zones*, *Coastal Zones* e *Protected Areas* utilizzano un sistema di classificazione basato sul *Mapping Assessment of Ecosystems and their Services* (MAES, anch'esso di derivazione CORINE *Land Cover*) per la mappatura ad alta risoluzione delle zone ripariali, della fascia costiera e delle aree protette Natura 2000.

[19] Per un'analisi più approfondita delle tematiche inerenti alle attività di monitoraggio dell'uso e la copertura del suolo svolte da ISPRA, si rimanda all'edizione 2023 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", dove vengono descritti nel dettaglio i principali dati Copernicus e analizzate le cartografie di uso e copertura prodotte da ISPRA, sia in termini di sistemi di classificazione che di metodologia di realizzazione e di statistiche di superficie.

[20] https://land.copernicus.eu/en

[21] Il sistema di classificazione adottato dal dato CLC Plus Backbone, sia in versione raster che vettoriale, è coerente con le indicazioni in materia di sistemi di classificazione fornite in ambito europeo dal Gruppo EAGLE.

Tabella 31. Dati di uso e copertura del suolo afferenti al servizio di monitoraggio del territorio del Programma *Copernicus*. Nei prossimi mesi è prevista la pubblicazione dell'aggiornamento al 2021 dei dati Urban Atlas e Protected Areas e al 2024 dei dati CORINE Land Cove, Riparian Zones e Coastal Zones

Componente CLMS	Estensione	Prodotto	Risoluzione spaziale	Sistema di classificazione	Aggiornamenti	Anno di riferimento
Full-coverage Land Cover & Use	Globale	*Dynamic Land Cover*	100 m	Uso-cop. 23 classi	Annuale	2015-2019
			10 m	Uso-cop. 11 classi	Annuale	2020
	Pan-Europea	*CORINE Land* Cover	25 ha (stato) 5 ha (variazioni)	Uso-cop. 44 classi	6 anni	1990, 2000, 2006, 2012, 2018
		HRL Imperviousness	10, 20, 100 m	Densità di copertura	1-3 anni	2006, 2009, 2012, 2015, 2018, 2021
		HRL Tree Cover and Forests	10, 20, 100 m	Copertura, densità di copertura	1-3 anni	2012, 2015, 2018-2021
		HRL Grasslands	10, 20, 100 m	Copertura, uso (eventi di sfalcio)	1-2 anni	2015, 2017-2021
		HRL Croplands	10 m	Copertura, uso	Annuale	2017-2021
		HRL Water and Wetness	10, 20, 100 m	Copertura	3 anni	2015, 2018
		CLC Plus Backbone	10 m (raster)	Copertura 12 classi	2-3 anni	2018, 2021, 2023
			0,5 ha (vett.)	Copertura 18 classi	-	2018
Land Cover & Use in Priority Areas	*Functional urban area* (84 in Italia)	*Urban Atlas*	0,25 ha (urbano) 1 ha (naturale)	Uso-cop. 27 classi	6 anni	2006, 2012, 2018
	Aree ripariali dei fiumi con num.di Strahler tra 2 e 8	*Riparian Zones*	0,5 ha	Uso-cop. 55 classi	6 anni	2012, 2018
	Buffer delle aree della Direttiva Habitat e Uccelli	*Protected Areas*				2006, 2012, 2018
	Buffer di 10 km della linea di costa	*Coastal Zones*		Uso-cop. 71 classi		2012, 2018

Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati *Copernicus* CLMS

I nuovi dati CLMS High Resolution Layers

Gli strumenti per la rappresentazione e il monitoraggio del territorio del CLMS sono interessati da periodiche e continue iniziative di ampliamento e aggiornamento da parte dell'Agenzia Europea dell'Ambiente che, recentemente, hanno portato a una profonda revisione degli strati *High-Resolution Layers* (HRL).

A partire dalla precedente suddivisione degli HRL[22] in cinque famiglie (*Imperviousness*, *Forest*, *Grassland*, *Water & Wetness* e *Small Woody Features*), è stata introdotta un nuovo schema allineato con il modello dati EAGLE, che raggruppa gli HRL in tre categorie:

- "***Non-Vegetated Land Cover Characteristics***", che include gli strati HRL *Imperviousness* (*Imperviousness Density* – IMD, *Impervious Built-Up* – IBU e *Share of Built-Up* - SBU)
- **"*Water, Snow and Ice*"**, a cui sono stati associati gli strati HRL *Water and Wetness*
- **"*Vegetated Land Cover Characteristics* (VLCC)"**, che raggruppa gli HRL della famiglia "*Tree Cover and Forests*" (relativi alla copertura arborea), "*Grassland*" (per la copertura erbacea) e "*Small Woody Features"*, insieme a una serie di nuovi dati, come gli HRL "*Croplands"*, introdotti per supportare la rappresentazione delle aree agricole.

Lo scopo di questa ricategorizzazione è quello di consolidare l'adozione di una struttura semantica comune, che agevoli il confronto tra diversi set di dati e favorisca l'integrazione di questi prodotti con altri dati spaziali per la creazione di mappe personalizzate e armonizzate basate su specifiche combinazioni di caratteristiche di copertura del suolo.

Allo stato attuale, le principali novità hanno riguardato gli HRL afferenti alla categoria di *Vegetated Land Cover Characteristics* (VLCC).

Gli HRL della famiglia ***Tree Cover and Forests*** sono stati totalmente revisionati, con un aumento della frequenza di aggiornamento da triennale ad annuale.

Le informazioni disponibili, offerte con risoluzione spaziale di 10 o 100 metri per gli anni compresi tra il 2018 e il 2021, continuano a riguardare la densità di copertura arborea (HRL "*Tree Cover Density*"), la distinzione in conifere e latifoglie (HRL "*Domininant Leaf Type*") e la delimitazione del bosco (HRL "*Forest Type"*). Sono stati introdotti, inoltre, degli strati di cambiamento (HRL "*Forest Change"*), con risoluzione di 20 metri e minima unità mappabile di 1 ettaro.

Nell'ambito degli HRL relativi alla **copertura erbacea**, è stato aggiornato il preesistente strato "*Grassland*", che offre una mappatura dei prati permanenti (non interessati da aratura nei 5 anni precedenti all'anno di riferimento del dato), ed introdotto il nuovo dato HRL "*Herbaceous cover"*, che fornisce informazioni sulla presenza/assenza di copertura erbacea, con riferimento sia a prati permanenti che temporanei (ad esempio, prati seminati e foraggere, se costituiscono la copertura del suolo dominante nell'anno di riferimento). L'HRL "*Herbaceous cover"* costituisce la base per tutti gli altri strati HRL relativi alla copertura erbacea, ed è aggiornato con frequenza annuale e a partire dal 2017.

Sono stati introdotti, poi, degli ulteriori strati relativi a aratura e sfalcio; nel primo caso, lo strato HRL "*Ploughing Indicator"* fornisce un'informazione sul tempo trascorso dall'evento di aratura più recente (o dall'ultima volta in cui un'area non era coperta da vegetazione erbacea), mentre, per gli sfalci, viene monitorato il numero di eventi di falciatura rilevati (fino a quattro) all'interno del prato permanente e temporaneo (HRL "*Grassland Mowing Events"*) e il giorno dell'anno di inizio di ciascun evento (HRL "*Grassland Mowing Dates"*). Sono stati introdotti, inoltre, i nuovi dati relativi ai cambiamenti di copertura erbacea (HRL "*Grassland Change*"), con risoluzione di 20 metri e minima unità mappabile di 1 ettaro e altri strati contenenti informazioni sull'affidabilità delle classificazioni (Tabella 32).

[22] Lo schema metodologico proposto dal modello EAGLE prevede una suddivisione delle caratteristiche di copertura del suolo (Land Cover Characteristics – LCC) in superfici abiotiche e non vegetate (sia naturali che artificiali), aree vegetate e acqua (sia corpi idrici che ghiacci e nevi perenni).

Tabella 32. Panoramica degli strati HRL *Grassland*

Strato HRL	Descrizione	Risoluzione Spaziale	Anno di Riferimento
Grassland Status Layer	Maschera prato/non-prato (permanente)	10 m	2017, 2018, 2019, 2020, 2021
Ploughing Indicator	Tempo trascorso dall'ultima aratura.	10 m	
Herbaceous Cover Layer	Copertura erbacea permanente e tempora-nea.	10 m	
Grassland Change Layer	Maschera delle variazioni della copertura er-bacea.	20 m	2018 vs. 2021
Grassland Mowing Events	Numero di eventi di sfalcio rilevati (0-4).	10 m	2017, 2018, 2019, 2020, 2021
Grassland Mowing Dates	Data di inizio degli eventi di sfalcio.	10 m	
Grassland Confidence Layer	Affidabilità dei pixel di grassland (0-100%).	10 m	
GRAME Confidence Layer	Affidabilità dei pixel di sfalcio (0-100%).	10 m	
GRAC Confidence Layer	Affidabilità dei pixel di cambiamento (0-100%).	20 m	2018 vs. 2021

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati CLMS

Gli strati della famiglia HRL "*Croplands"* vanno a colmare la lacuna che caratterizzava il portfolio dei prodotti CLMS relativamente alle informazioni inerenti all'attività agricola, introducendo una serie di dati completamente nuovi e aggiornati annualmente (Tabella 33). Lo strato HRL "*Main Crops*" fornisce una classificazione annuale delle colture e viene affiancato da un set di strati relativi ai modelli agricoli e alle pratiche di gestione, che danno informazioni sulla data di raccolta (strato "*Cropping Season*"), sulla durata della permanenza del suolo nudo (strato "*Bare soil*"), sulle colture secondarie (strato "*Secondary Crop*") e sui terreni a riposo (strato "*Fallow Land*").

Tabella 33. Panoramica degli strati HRL Croplands. Tutti gli strati sono disponibili con risoluzione spaziale di 10 metri per tutti gli anni compresi tra 2017 e 2021

Strato HRL	Descrizione
Crop types	Tipo di coltura presente nella la stagione di crescita principale.
Main Crop Harvest	Data di raccolta della coltura principale (annuale).
Main Crop Emergence	Data di emergenza/germinazione della coltura principale.
Main Crop Duration	Durata della stagione di crescita della coltura principale.
Bare Soil Before	Presenza di suolo nudo (n. di giorni) prima dell'emergenza della coltura principale
Bare Soil After	Presenza di suolo nudo (n. di giorni) dopo la raccolta della coltura princi-pale.
Secondary Crops Type	Indica la presenza di una stagione di coltura secondaria.
Secondary Crops Emergence	Data di emergenza della coltura secondaria.
Secondary Crops Duration	Durata della stagione di coltura secondaria.
Fallow Land Presence	Classificazione annuale che indica se il terreno arabile è stato lasciato a maggese.
Fallow Land Duration	Durata totale del periodo di maggese per l'intero periodo di cinque anni (2017-2021)
Cropping Seasons Yearly	Numero di stagioni di crescita rilevate all'interno di un singolo anno (max 2 stagioni)
Cropping Seasons Types 3 years	Numero di diversi tipi di coltura cresciuti nella stagione agricola principale in 3 anni.
Confidence Layers	Livello di incertezza, disponibile per ciascuno dei layer sopraelencati.

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati CLMS

Lo strato HRL "Crop types" fornisce una mappatura della tipologia di coltura presente nella la stagione di crescita principale con un livello di dettaglio tematico molto elevato (Tabella 34).

Tabella 34. Sistema di classificazione dello strato HRL "Crop types"

Codice	Copertura del suolo	Coltura - Gruppo	Coltura - Tipo
1110	Colture annuali	Cereali	Grano
1120			Orzo
1130			Mais
1140			Riso
1150			Altri cereali
1210		Legumi e ortaggi	Verdure fresche
1220			Legumi secchi
1310		Tuberi, colture da radice	Patate
1320			barbabietole
1410		Colture industriali non permanenti	girasoli
1420			Semi di soia
1430			Colza
1440			Lino, cotone e canapa
2100	Colture permanenti	Colture permanenti	Vigneti
2200			Oliveti
2310			Frutteti
2320			Noceti
3100	Colture annuali non classificate		
3200	Colture permanenti non classificate		

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati CLMS

Analizzando la composizione del territorio nazionale con riferimento allo strato *Crop types* relativo al 2021 (Figura 44), le colture permanenti e annuali coprono poco meno del 24% del territorio nazionale. Il gruppo con la maggiore estensione è quello dei cereali, che si estende per quasi il 12% del territorio nazionale, mentre le colture permanenti si fermano poco sotto l'8%.
A livello regionale, la Puglia presenta la maggiore percentuale di territorio coperto da aree agricole (60,1%) e la maggiore estensione di colture permanenti, che occupano quasi un terzo del territorio regionale, con una netta prevalenza degli uliveti (presenti sul 23,2% del territorio regionale). La Puglia è anche la seconda regione per estensione delle aree coltivate a cereali, a poca distanza dalla Lombardia (dove la classe occupa oltre 556,000 ettari, pari al 23,3% della superficie regionale). Le aree agricole coltivate superano il 30% del territorio regionale anche in Lombardia e Sicilia, mentre occupano percentuali marginali in Liguria e Trentino-Alto Adige e pressoché nulle (0,1%) in Valle d'Aosta.

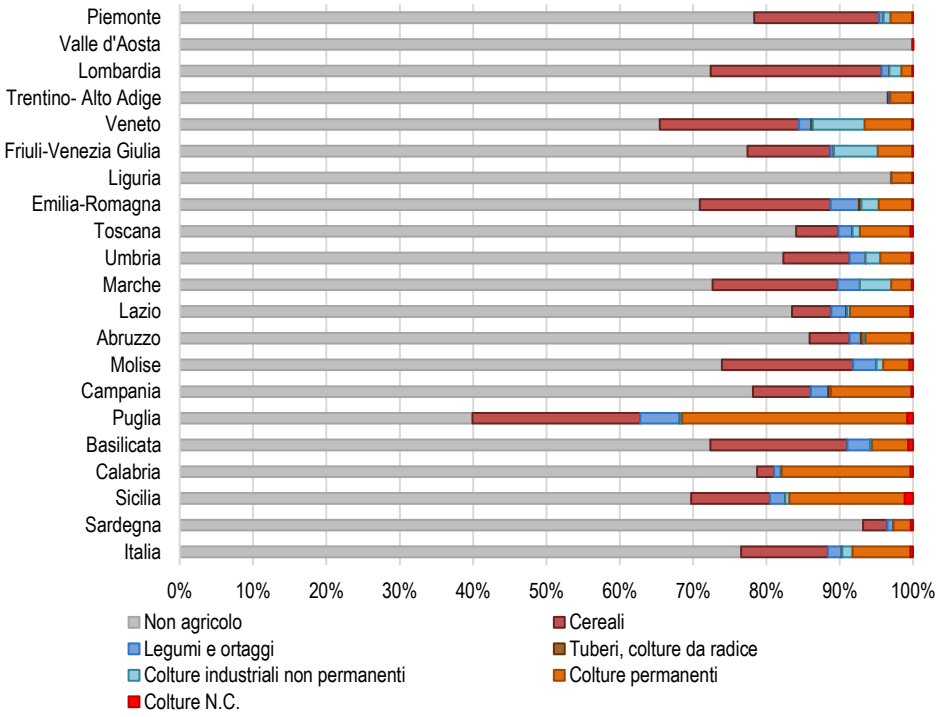


Figura 54. Composizione del territorio nazionale e regionale rispetto all'estensione delle classi mappate dallo strato CLMS HRL Cropland "Crop Types" al 2021. I dati sono aggregati al secondo livello (gruppi di colture). Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia CLMS

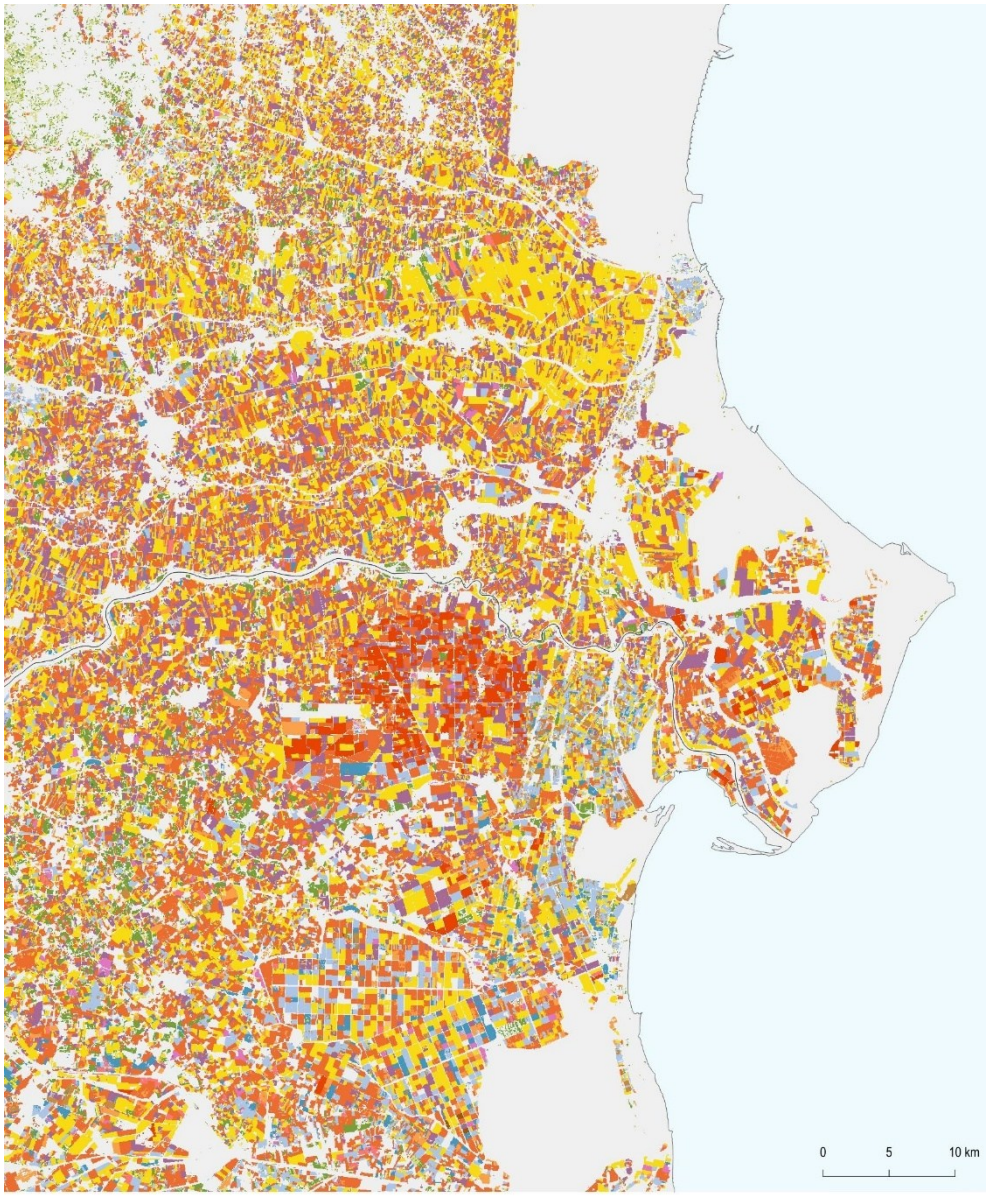


Figura 55. Esempio di rappresentazione della carta *HRL Crop Types* (2021) nell'area della foce del Po

Le cartografie ISPRA di uso del suolo, copertura del suolo e tipologie di ecosistemi

ISPRA ha sviluppato una metodologia per la produzione di carte di uso e copertura del suolo a partire dall'integrazione della carta nazionale del suolo consumato e dei principali dati CLMS, con l'obiettivo di valorizzare i punti di forza dei principali prodotti disponibili nell'ambito di *Copernicus* massimizzandone la coerenza geometrica e l'omogeneità tematica.

Lo studio (De Fioravante *et al.*, 2022; De Fioravante *et al.*, 2023) è stato orientato alla realizzazione di prodotti cartografici di uso e copertura del suolo a copertura nazionale, superando il più possibile i limiti di risoluzione spaziale del CORINE *Land Cover*. In questo senso, sono stati analizzati, riclassificati, convertiti in raster e infine mosaicati, i dati locali afferenti alla componente di *Land Cover & Use in Priority Areas* del CLMS (*Urban Atlas*, *Coastal Zones*, *Riparian Zones* e *Protected Areas*), mantenendo il CORINE *Land Cover* nelle aree restanti e introducendo la Carta nazionale del suolo consumato di ISPRA-SNPA per la mappatura delle aree artificiali al fine di ridurre le omissioni presenti nei prodotti europei. Il CLC+ *Backbone* ha permesso la disambiguazione delle componenti di copertura del suolo (arborea, erbacea e arbustiva) presenti nelle classi miste dei sistemi di classificazione dei dati di input CLMS, mentre per l'uso del suolo si è fatto riferimento alla legenda proposta dall'EEA per l'inventario dei dati di uso.

Data l'importanza della gestione del territorio per la conservazione del capitale naturale e la necessità di monitorare nel tempo gli ecosistemi, a partire dalla medesima metodologia è stata derivata anche una mappatura delle principali tipologie di ecosistemi, con un sistema di classificazione coerente con il *Mapping Assessment of Ecosystem Services* (MAES; Figura 57; Maes *et al.*, 2018).

Figura 56. Foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Marco Grassi a giugno 2025 nel quartiere Scopaia del comune di Livorno

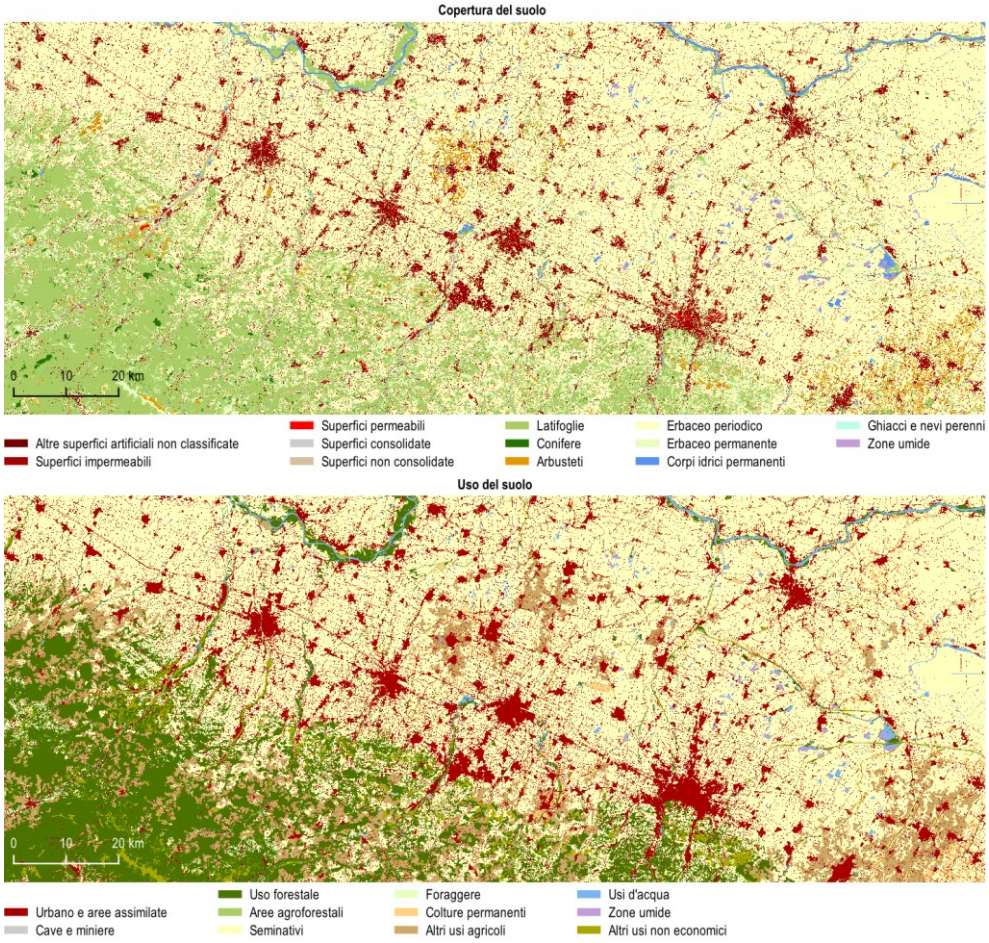


Figura 57. Dettaglio delle carte di copertura del suolo e uso del suolo (2018) da integrazione della Carta nazionale del consumo di suolo e dati CLMS. Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati *Copernicus* CLMS

I sistemi di classificazione adottati da ISPRA per la carta di copertura del suolo (Tabella 35) e la carta di uso del suolo (Tabella 36) sono stati concepiti in linea con il modello proposto in ambito europeo dal Gruppo EAGLE per la classificazione e l'archiviazione delle informazioni spaziali secondo un modello dati consistente, distinguendo componenti di copertura del suolo, attributi di uso del suolo e altre caratteristiche. Il primo livello di classificazione della copertura del suolo presenta tre classi direttamente riconducibili alle componenti di copertura del suolo della matrice EAGLE (superfici non vegetate, superfici vegetate e corpi idrici e ghiacci), cui si aggiunge la classe per la descrizione delle zone umide.
Dall'applicazione della metodologia sono state generate delle carte *raster* a 10 metri a copertura nazionale e relative agli anni 2012 e 2018, in grado di garantire coerenza geometrica e comparabilità tra informazioni di copertura d suolo e uso del suolo. Tali prodotti garantiscono un miglioramento nella rappresentazione del territorio rispetto ai dati preesistenti, in primo luogo il CORINE *Land Cover*, sia nella descrizione dello stato che nell'individuazione delle variazioni, rappresentando un passo in avanti per quanto riguarda l'allineamento tematico con quadro europeo proposto da EAGLE e costituendo un

elemento di transizione e di congiunzione tra i vecchi dati di uso e copertura del suolo e il nuovo quadro nazionale ed europeo, caratterizzato da iniziative quali CLC Plus.

Tabella 35. Sistema di classificazione adottato per la carta di copertura del suolo ISPRA basata su dati Copernicus

Copertura del suolo							
1	Superfici abiotiche – non vegetate	1.1	Superfici artificiali ed edifici	1.1.1	Superfici impermeabilizzate		
				1.1.2	Superfici non impermeabilizzate		
		1.2	Superfici abiotiche naturali	1.2.1	Superfici abiotiche consolidate		
				1.2.2	Superfici abiotiche non consolidate		
2	Superfici vegetate	2.1	Vegetazione legnosa	2.1.1	Vegetazione arborea	2.1.1.1	Latifoglie
						2.1.1.2	Conifere
				2.1.2	Vegetazione arbustiva		
		2.2	Vegetazione erbacea	2.2.1	Erbaceo periodico		
				2.2.2	Erbaceo permanente		
3	Corpi idrici	3.1	Corpi idrici permanenti				
		3.2	Ghiacci e nevi perenni				
4	Zone umide						

Fonte: ISPRA

Tabella 36. Sistema di classificazione adottato per la carta di uso del suolo ISPRA basata su dati Copernicus

Uso del suolo			
1	Agricolo	1.1	Seminativi
		1.2	Foraggere
		1.3	Colture permanenti
		1.4	Aree agroforestali
		1.5	Altre aree agricole
2	Foreste e arboricoltura da legno		
3	Cave e miniere		
4	Urbano e aree assimilate		
5	Usi d'acqua		
6	Usi non economici	6.1	Zone umide
		6.2	Altri usi non economici

Fonte: ISPRA

La Tabella 37 mostra la composizione del territorio italiano rispetto a uso (sulle colonne) e copertura del suolo (sulle righe) al 2018. In termini di copertura del suolo, le aree vegetate occupano quasi l'89% della superficie nazionale; la vegetazione erbacea, in particolare, ricopre oltre il 44% del territorio, con una prevalenza della componente periodica, mentre la vegetazione arborea poco meno del 38%. Le superfici abiotiche si fermano a poco meno del 10% della superficie nazionale (9,50%) con una prevalenza dell'abiotico artificiale.

Con riferimento all'uso del suolo, oltre tre quarti del territorio nazionale sono destinati a foreste e arboricoltura da legno (30,67%) o agricolo (43,20%, quasi per metà occupati da seminativi). Gli usi urbani e aree assimilate coprono poco meno del 10% del territorio nazionale, gli "altri usi non economici" poco meno del 15%.

Analizzando la ripartizione delle classi di copertura tra le tipologie di uso, le superfici abiotiche artificiali sono collocate prevalentemente in corrispondenza delle "aree a uso urbano o assimilate" e in piccola parte associate a "attività estrattive" e "altre aree agricole" (le "serre pavimentate" della carta del suolo consumato). Alle aree a uso urbano afferiscono anche porzioni di territorio a copertura naturale concentrati nelle aree verdi in ambito urbano. Le conifere si concentrano nella classe di "foreste e arboricoltura da legno", mentre parte delle latifoglie afferisce alle colture permanenti in area agricola e in misura minore di alberi in aree urbane. I vigneti vengono assimilati dal punto di vista della pura copertura del suolo alla vegetazione arbustiva, di cui costituiscono circa un quarto, mentre i restanti arbusteti ricadono principalmente nelle aree di macchia mediterranea, ai confini delle aree boscate e nelle aree

interessate da ricrescita della vegetazione. Nelle aree con vegetazione erbacea periodica prevalgono gli usi agricoli, principalmente assimilabili a seminativi, mentre l'erbaceo permanente include per quasi un quinto aree verdi in ambito urbano e per poco meno di un quinto prati stabili.

Tabella 37. Composizione del territorio nazionale al 2018, in termini di uso (colonne) e copertura (righe) del suolo. I dati sono espressi in km² e, quelli relativi al totale delle classi, in percentuale sul totale nazionale

	Aree agricole	Foreste e arboricoltura da legno	Cave e miniere	Urbano e aree assimilate	Usi d'acqua	Usi non economici	km²	%
Sup. abiotiche artificiali	4	0	389	20.815	0	0	**21.207**	**7,0**
Sup. abiotiche naturali	0	1	0	2	10	7.274	**7287**	**2,4**
Vegetazione arborea	21.831	89.435	18	2436	0	33	**113.753**	**37,8**
Vegetazione arbustiva	5866	533	0	19	0	13.397	**19.814**	**6,6**
Vegetazione erbacea	102.203	2242	75	6927	0	22.143	**133.590**	**44,4**
Corpi idrici e zone umide	92	76	21	23	4137	583	**4932**	**1,6**
Ghiacci e nevi perenni	0	0	0	0	0	331	**331**	**0,1**
km²	**129.996**	**92.287**	**503**	**30.220**	**4147**	**43.761**		
%	**43,2**	**30,7**	**0,2**	**10,0**	**1,4**	**14,5**		

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia ISPRA

Figura 58. "Coesistenze difficili", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Michele Deri il 15 novembre 2025 nel comune di Firenze

Altre iniziative ISPRA nella mappatura della copertura del suolo

Le carte basate sull'integrazione di dati CLMS portano con sé alcuni dei limiti legati ai dati di *input*, come la ridotta frequenza di aggiornamento, la presenza di classi miste o la copertura solo parziale del territorio nazionale da parte dei dati ad altissima risoluzione CLMS. Alla luce di tali criticità, ISPRA porta avanti diverse attività orientate allo sviluppo di metodologie per la classificazione della copertura del suolo svincolate dai dati esistenti e basate sul processamento di immagini satellitari. L'obiettivo primario è quello di ottenere strati di copertura del suolo con elevata frequenza di aggiornamento e alta risoluzione spaziale, che possano essere un riferimento nazionale per la conduzione di analisi sullo stato del territorio e del paesaggio e per lo studio di processi naturali e antropogenici.
Una prima metodologia sviluppata in questo senso prevede la classificazione di immagini *Sentinel*-1 e *Sentinel*-2 tramite calcolo di indici multi-temporali e definizione di regole decisionali basate sulle caratteristiche spettrali e di *backscatter* dei *pixel*; tale metodologia è stata concepita nell'ottica di supportare il rapido processamento di una grande mole di dati, risultando versatile ed economicamente sostenibile (De Fioravante *et al.*, 2021), consentendo la produzione di dati ad alta risoluzione spaziale ed elevata frequenza di aggiornamento per l'intero territorio nazionale. In particolare, sono stati sviluppati dei set di regole decisionali per la mappatura della copertura del suolo (in termini di superfici abiotiche, superfici vegetate, corpi idrici permanenti e ghiacci e nevi perenni) e uno specifico per l'individuazione dei disturbi forestali. Questa metodologia è tutt'ora oggetto di studi e aggiornamenti, nell'ottica di migliorarne la capacità di individuazione dei cambiamenti di copertura del suolo, anche sfruttando le opportunità offerte dal continuo ampliarsi della serie storica di dati *Sentinel*.
Un ulteriore filone di attività riguarda l'integrazione di geo-data e strumenti di *Machine Learning* (Cecili *et al.* 2022; Cecili *et al.*, 2023) per la classificazione automatica della copertura del suolo a partire da immagini multispettrali *Sentinel-2*. Tale attività è stata svolta in via sperimentale sui comuni di Roma e Pescara, testando l'efficacia di alcuni algoritmi di *Deep Learning*[23] su diversi set di dati di input, e ha mostrato risultati incoraggianti per quanto riguarda la capacità di tali strumenti di produrre mappature in tempi ridotti con buona accuratezza.

TIPOLOGIE DI ECOSISTEMI

Il regolamento (UE) n.691/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio ha istituito un quadro comune europeo in materia di conti economici ambientali, essenziale per comprendere le tendenze, le pressioni e i fattori che influenzano l'ambiente e per monitorare i progressi compiuti dall'Unione nel perseguire di obiettivi ambiziosi, come il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050. Il regolamento prevede, tra gli altri, l'obbligo per gli Stati membri di comunicare dati relativi ai Conti degli ecosistemi, per la cui conduzione, a livello nazionale, è nato il gruppo di lavoro interistituzionale "Conti degli Ecosistemi", a cui partecipano l'Istituto nazionale di statistica (Istat), l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), il Centro Interuniversitario Biodiversità, Servizi ecosistemici e Sostenibilità (CIRBISES), l'Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET) del CNR, l'Agenzia per le erogazioni in agricoltura (Agea) e il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), con il supporto di ulteriori enti di ricerca ed organizzazioni. Il gruppo ha l'obiettivo di individuare e cartografare le tipologie ecosistemiche, valutarne i cambiamenti nell'estensione e nelle condizioni e collegare queste informazioni alla stima dei servizi ecosistemici.

[23] Il *Deep Learning* è un sottoinsieme del *Machine Learning* che opera su reti neurali artificiali, ossia algoritmi con struttura gerarchica e multistrato, progettati per simulare il funzionamento del cervello umano.

Per la mappatura delle tipologie di ecosistemi è stato fatto riferimento al modello di archiviazione e gestione dati concepito da ISPRA[24] (Cimini *et al.*, 2025; Munafò, 2023), che consente la realizzazione di prodotti derivati a partire l'armonizzazione e l'integrazione di strati di uso e copertura del suolo provenienti da fonti diverse, mediante la definizione di opportune strategie di omogenizzazione geometrica e tematica delle informazioni.
L'applicazione di questo modello ha permesso la realizzazione di una mappatura preliminare al 2021, che utilizza come principale riferimento geometrico il dato raster di copertura del suolo CLC *Plus Backbone*, arricchendone il contenuto informativo tramite l'integrazione con ulteriori dati spaziali nazionali e CLMS. Dal punto di vista tematico (Tabella 38), è stato adottato un sistema di classificazione organizzato su tre livelli gerarchici e 12 tipologie di ecosistemi al primo livello, conforme con le indicazioni fornite dal *System of Environmental Economic Accounting - Ecosystem Accounting* (SEEA-EA) e basato sulle più importanti classificazioni presenti a livello UE e internazionale (MAES, EUNIS e IUCN *Global Ecosystem Typology*).
Nei paragrafi seguenti vengono illustrate le tipologie di ecosistemi rappresentate nella cartografia preliminare, raggruppate rispetto alle componenti di copertura del suolo all'interno di cui sono state individuate e descrivendo, per ciascuna, i dati ancillari utilizzati e i criteri definiti per la mappatura.
La cartografia è ancora in fase di ultimazione per alcune classi, tuttavia, già allo stato attuale, è stato possibile raggiungere il massimo livello di dettaglio tematico nella rappresentazione di gran parte delle tipologie di ecosistemi considerate (Figura 59, Figura 60).

[24] Questa metodologia di integrazione dei dati è alla base delle carte ISPRA di copertura e uso del suolo descritte nel paragrafo precedente ed ha permesso, in passato, la realizzazione di una prima mappatura delle tipologie di ecosistemi al primo livello di classificazione EUNIS, già utilizzata da ISPRA per la valutazione della distribuzione spaziale della perdita di servizi ecosistemici associata al consumo di suolo (De Fioravante, P, *et al.*, 2023; Munafò, 2023).

Figura 59. Carta delle tipologie di ecosistemi (2021) da integrazione di dati Copernicus Land Monitoring Service e nazionali

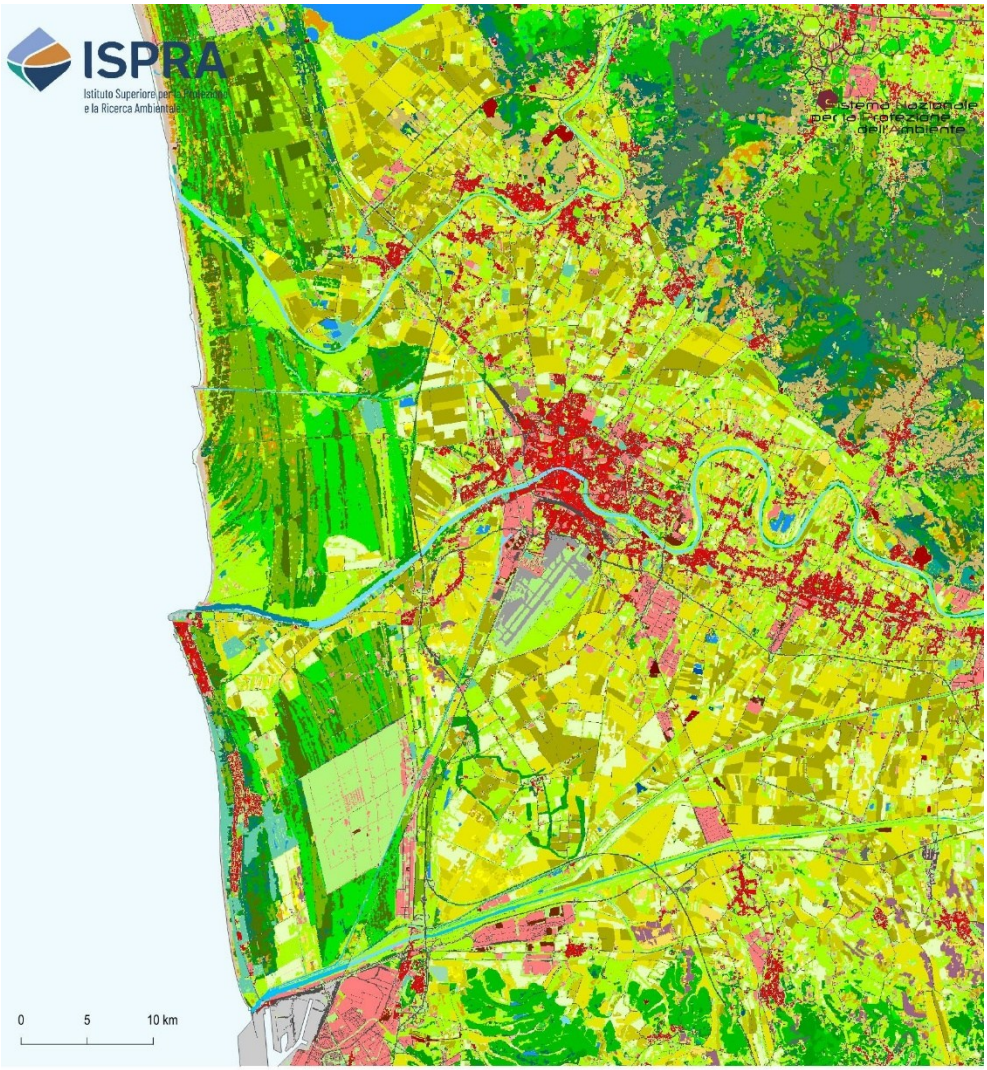


Figura 60. Dettaglio della Carta delle tipologie di ecosistemi (2021) da integrazione di dati Copernicus Land Monitoring Service e nazionali

Superfici abiotiche e non vegetate

Le **superfici artificiali** sono le uniche (assieme ai corpi idrici) dove l'informazione spaziale di *Backbone* è stata integrata, dal punto di vista geometrico, utilizzando la carta nazionale del consumo di suolo di ISPRA-SNPA. Il terzo livello di classificazione della carta del consumo di suolo consente l'attribuzione del terzo livello di classificazione ecosistemica a tutte le superfici riconducibili a infrastrutture e servizi (afferenti alla macro-classe "1.3 Infrastructure") e degli edifici (questi ultimi distinti in termini di uso a partire dalle informazioni derivabili dai dati CLMS). La delimitazione delle aree verdi urbane e dei corpi idrici in area urbana è in fase di ultimazione.
Con riferimento alle aree con **vegetazione rada o assente**, l'integrazione dell'informazione di copertura del suolo di *Backbone* con gli altri dati CLMS ha permesso di individuare gran parte delle classi al secondo livello di classificazione afferenti agli ecosistemi scarsamente vegetati (6. Ecosistemi scarsamente vegetati) e a quelli relativi a spiagge dune e zone umide costiere (11. Spiagge, dune e zone umide costiere). Di grande utilità, in particolare, è la disponibilità del dato Copernicus *Coastal Zones*, che, offrendo una mappatura ad alta risoluzione e altissimo dettaglio tematico dei primi 10 km di territorio dalla linea di costa, supporta la caratterizzazione delle aree scarsamente vegetate in zona costiera, fino, per alcune classi, al terzo livello di classificazione. Tali dati sono inoltre in corso di integrazione con la precedente cartografia degli ecosistemi d'Italia v 2.0, basata sulla reinterpretazione delle coperture del suolo in funzione degli ambiti di vegetazione naturale potenziale, definiti dalla combinazione di caratteri climatici, fisiografici e vegetazionali.

Copertura arborea, arbustiva ed erbacea

La **copertura arborea**, distinta dal dato *Backbone* in conifere, latifoglie caducifoglie e latifoglie sempreverdi, è stata inizialmente suddivisa in aree di bosco e alberi fuori foresta (a partire dalla definizione di bosco fornita dalla FAO[25], che prevede una densità arborea del 10%, una larghezza minima della patch di 20 m e una dimensione minima di 0,5 ettari). A gran parte dei boschi è stata attribuita una tipologia di ecosistema al terzo livello di classificazione, utilizzando le informazioni dettagliate provenienti dalla nuova carta forestale nazionale, realizzata da MASAF e CREA, dalla "Carta degli Ecosistemi d'Italia v2.0" (Blasi *et al*., 2023) e dalla "Carta della Natura" di ISPRA. I dati CLMS hanno supportato, invece, l'individuazione delle colture permanenti, mentre è in corso la mappatura del secondo livello di classificazione delle tipologie di ecosistemi afferenti alla **vegetazione arbustiva** e l'attribuzione dell'ambito di uso del suolo prevalente agli alberi fuori foresta.
Il confronto tra le classi di **copertura erbacea** periodica e permanente di *Backbone* e le informazioni di uso del suolo offerte dai dati CLMS ha permesso la caratterizzazione delle tipologie di ecosistemi (al secondo livello di classificazione) relative alle aree verdi urbane (1.4 Aree verdi urbane), ai seminativi (2.1 Colture annuali) e alle risaie (2.2 Risaie), ai pascoli e ai prati naturali e semi-naturali (corrispondenti, rispettivamente, alle tipologie di ecosistemi 3.1 Pascoli seminati e altre erbe e 3.2 Praterie naturali e semi-naturali).
L'elevato dettaglio geometrico di base offerto dalla carta *Backbone* consente, inoltre, di distinguere la composizione interna delle aree riconducibili a tipologie di ecosistemi che, per definizione, presentano una composizione mista dal punto di vista della copertura del suolo, come le aree verdi urbane, le aree agro-forestali, le aree agricole eterogenee, le aree boschive e arbustive in evoluzione o le aree con vegetazione rada o assente (come 1.4 Aree verdi urbane, 2.4 Aree agro-forestali, 2.5 Aree agricole eterogenee, 4.5. Aree boschive e arbustive in evoluzione, 6.2 Aree semidesertiche, desertiche e altre aree scarsamente vegetate).

[25] Tale definizione è largamente adottata anche a fini statistici, di inventario e di monitoraggio del patrimonio forestale nazionale e delle filiere del settore dal Testo Unico in materia di Foreste e Filiere forestali, TUFF, DL 34/2018.

È, inoltre, in fase di ultimazione l'attribuzione del terzo livello di classificazione delle tipologie ecosistemiche per le aree agricole, attraverso l'impiego dei nuovi strati Copernicus *High Resolution Layers Croplands*.

Corpi idrici, ghiacci e nevi perenni

Backbone offre una mappatura di grande dettaglio nella rappresentazione dei **corpi idrici**, soprattutto rispetto ai piccoli invasi, pur presentando delle discontinuità nella rappresentazione delle aste fluviali, cui si è posto rimedio integrando la geometria dei fiumi con le informazioni spaziali del dato *Riparian Zones* di Copernicus. In questo senso, i corpi idrici sono l'unica categoria, oltre alle superfici artificiali, dove la geometria *Backbone* è stata sottoposta a integrazioni. Dal punto di vista tematico, l'utilizzo dei dati Copernicus ha consentito di raggiungere il secondo livello di dettaglio tematico per la quasi totalità delle tipologie di ecosistemi afferenti a fiumi e canali, laghi e invasi, zone umide interne e acque di transizione (7. Zone umide interne, 8. Fiumi e canali, 9. Laghi e bacini artificiali e 10. Insenature marine e acque di transizione).
Per quanto riguarda le aree coperte da **ghiacci e nevi** nel dato *Backbone*, queste mostrano una corrispondenza diretta con la tipologia di ecosistemi relativa a ghiacciai e nevi perenni (6.3.1 Lastre di ghiaccio, ghiacciai e nevi perenni).

Tabella 38. Sistema di classificazione adottato per la mappatura preliminare delle tipologie di ecosistemi

Livello 1	Livello 2	Livello 3
1. Insediamenti e altre aree artificiali	1.1 Tessuto insediativo continuo	1.1.1 Tessuto insediativo residenziale continuo
		1.1.2 Tessuto insediativo commerciale e industriale continuo
	1.2 Tessuto insediativo discontinuo	1.2.1 Tessuto insediativo residenziale discontinuo
	1.3 Infrastrutture	1.3.1 Rete stradale, ferroviaria e aree assimilate
		1.3.2 Porti
		1.3.3 Aeroporti
		1.3.4 Altre infrastrutture
		1.3.5 Aree estrattive
		1.3.6 Discariche
		1.3.7 Cantieri
	1.4 Aree verdi urbane	1.4.1 Parchi
		1.4.2 Aree sportive e ricreative
		1.4.3 Altre aree verdi urbane
	1.5 Altre aree artificiali	1.5.1 Serre permanenti
		1.5.2 Cimiteri
		1.5.3 Siti archeologici
		1.5.4 Urban blue
	1.6 Alberi fuori foresta in ambito urbano	
2. Aree agricole	2.1 Colture annuali	2.1.1 Cereali (esclusi il riso e il mais)
		2.1.2 Mais
		2.1.3 Legumi secchi e colture proteiche
		2.1.4 Colture da radice (barbabietola da zucchero, patate)
		2.1.5Verdure (inclusi meloni) e fragole
		2.1.6 Colture industriali e per bioenergia
	2.2 Risaie	2.2.1 Risaie
	2.3 Colture permanenti	2.3.1 Oliveti
		2.3.2 Vigneti
		2.3.8 Frutteti e altre colture permanenti
	2.4 Alberi fuori foresta in ambito agricolo	
3. Praterie	3.1 Pascoli seminati e altre praterie (prati modificati)	
	3.2 Praterie naturali e semi-naturali	
4. Boschi	4.1 Boschi di latifoglie caducifoglie	4.1.1 Boschi ripariali
		4.1.3 Boschi a prevalenza di faggio

		4.1.4 Boschi temperati, submediterranei e mediterranei di latifoglie termofile
		4.1.5 Boschi a dominanza di querce acidofile
		4.1.6 Boschi temperati e boreali su suoli minerali di betulla e pioppo tremulo dell'Europa meridionale
		4.1.7 Altri boschi di latifoglie decidue, escluse piantagioni altamente modificate
		4.1.8 Boschi di latifoglie caducifoglie altamente modificati
	4.2 Boschi di conifere	4.2.1 Boschi boreali e temperati di abete bianco e abete rosso
		4.2.2 Boschi montani mediterranei di abete bianco e rosso
		4.2.3 Boschi subalpini temperati di larici, pini cembri e mughi
		4.2.4 Pinete (escluse le paludi, non termofile)
		4.2.5 Pinete termofile mediterranee di pianura
		4.2.8 Altre conifere, in particolare le piantagioni
		4.2.9 Boschi di conifere altamente modificate, in particolare piantagioni
	4.3 Boschi di latifoglie sempreverdi	4.3.1 Querceti sempreverdi mediterranei
		4.3.4 Boschi di olivastro e carrubo
		4.3.6 Altri boschi di latifoglie sempreverdi
		4.3.7 Foreste sempreverdi di latifoglie altamente modificate
	4.4 Boschi misti	
	4.7 alberi fuori foresta in ambito naturale	
5. Brughiere e cespuglieti		
6. Ecosistemi scarsamente vegetati	6.1 Rocce nude	
	6.2 Aree semidesertiche, desertiche e altre aree scarsamente vegetate	6.2.3 Altre aree scarsamente vegetate
	6.3 Ghiacciai e nevi perenni	6.3.1 Ghiacciai e nevi perenni
7. Zone umide interne	7.1 Paludi interne e altre zone umide su suolo minerale	7.1.1 Paludi interne
		7.1.2 Paludi salmastre interne
	7.2 Paludi, acquitrini e torbiere	
8. Fiumi e canali	8.1 Fiumi	
	8.2 Canali, fossi e drenaggi	
9. Laghi e bacini artificiali	9.1 Laghi e stagni	
	9.2 Bacini artificiali	
10. Insenature marine e acque di transizione	10.1 Lagune costiere	
	10.2 Baie ed estuari	
11. Coastal beaches, dunes and wetlands	11.1 Litorali artificiali	11.1.1 Litorali artificiali
	11.2 Dune, spiagge e litorali sabbiosi e fangosi costieri	11.2.1 Dune costiere
		11.2.2 Spiagge e litorali sabbiosi
	11.3 Coste rocciose	11.3.1 Spiagge di ciottoli
		11.3.2 Scogliere rocciose
	11.4 Barene e saline	11.4.1 Barene
		11.4.2 Saline
12. Ecosistemi marini	12.1 Marine macrophyte habitats	12.1.3 Seagrass meadows
	12.2 Coral reefs	
	12.5 Subtidal sand beds and mud plains	
	12.6 Subtidal rocky substrates	
	12.8 Deepwater benthic and pelagic ecosystems	

LE AREE URBANE

Le aree urbane rivestono un ruolo centrale nell'analisi delle dinamiche evolutive e nello studio delle alterazioni degli equilibri territoriali; i processi di urbanizzazione sono, infatti, tra le principali cause dell'aumento del degrado di suolo e habitat e dell'incremento del grado di frammentazione delle aree naturali con conseguenze sullo stato della copertura del suolo, sugli ecosistemi, sul ciclo idrologico e sulla capacità dei territori di rispondere positivamente ai rischi connessi ai cambiamenti climatici.
Negli ultimi decenni, l'evoluzione delle aree urbane è stata caratterizzata da una progressiva accelerazione e da una significativa evoluzione, che hanno portato a una nuova era dei processi urbani. Le città sono più estese di quanto non lo siano mai state nella storia dell'uomo e mostrano una tendenza inedita, da un lato, all'espansione al di fuori dei margini del centro urbano su terreni agricoli e aree naturali e, dall'altro, alla densificazione e alla saturazione degli spazi naturali all'interno del tessuto già urbanizzato, indipendentemente dalla crescita demografica, con effetti significativi sull'accessibilità ai servizi pubblici, sulle emissioni globali di gas serra e sull'aumento delle temperature (cfr. § *L'isola di calore urbana*).

Figura 61. "Non è la Via Gluck", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Luca Ponti il 24 maggio 2023 presso Milano Cascina Merlata

La crescita di questa consapevolezza e la rilevanza che tali dinamiche hanno sull'ambiente e sulla salute umana hanno stimolato la stesura di diverse politiche e strategie internazionali e Comunitarie che hanno l'obiettivo di rispondere alle esigenze imposte da una relazione non più sostenibile tra dinamiche di urbanizzazione e crisi climatica, utilizzando in modo efficiente le risorse ambientali. Il monitoraggio della sostenibilità ambientale e sociale delle città, oltre a essere il tema dell'obiettivo di sviluppo sostenibile numero 11 delle Nazioni Unite, è centrale anche all'interno delle strategie del *Green Deal* Europeo, della *New Urban Agenda* e del più recente regolamento europeo sul ripristino della natura (*Nature Restoration Regulation*). La norma obbliga gli Stati membri ad azzerare la perdita netta di aree naturali e di copertura arborea in ambito urbano tra il 2024 e il 2030 e a incrementare la superficie vegetata a partire dal 2031, secondo quanto stabilito nei piani di ripristino. Questi ultimi devono essere messi a punto dagli Stati sulla base di evidenze scientifiche, derivabili dagli strumenti disponibili nell'ambito del Programma europeo *Copernicus* o prodotti direttamente dagli Stati stessi, come quelli che, ai sensi della L. 132/2016, sono assicurati in Italia dal Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA). Nei paragrafi seguenti, sono presentati e descritti i principali strumenti sviluppati da ISPRA e dal SNPA per il monitoraggio delle aree urbane e delle relative dinamiche di trasformazione.

Strumenti per la rappresentazione delle aree urbane

I fenomeni di urbanizzazione avvengono con sempre maggiore intensità ai margini della città consolidata e in contesti agricoli e naturali a elevata valenza ecologica. Alla tendenza all'addizione successiva dei nuclei urbani consolidati, si associano nuove forme urbane discontinue, eterogenee e frammentate, che generano aree ibride e disperse non definibili propriamente né in termini di area urbana né di area rurale. Tale sfrangiamento dei margini delle aree urbane ne rende più complessa la delimitazione e pone dei limiti alla definizione di un criterio univoco per circoscriverle. Sono state portate avanti numerose esperienze nella definizione di criteri per individuare la dimensione spaziale delle aree urbane, sia in ambito nazionale che a livello europeo e globale (Tabella 39). Le diverse metodologie differiscono tra loro in primo luogo per l'approccio utilizzato, in alcuni casi riferito a una caratterizzazione basata sull'osservazione della sola presenza di superfici artificiali, mentre in altri casi vengono utilizzate informazioni sull'uso e copertura del suolo, anche integrate con dati demografici o con informazioni di carattere economico (per informazioni di maggiore dettaglio si rimanda alle edizioni 2023 e 2024 di questo rapporto).

Tabella 39. Caratteristiche dei principali dati disponibili per il territorio italiano per la rappresentazione delle aree urbane

Produttore	Dato	Estensione	Risoluzione spaziale	Classi	Aggiornamento	Anni
Joint Research Center	GHS - *Built - Surface*	Globale	10 m 100 m 1km	1 o 2	5 anni	1975 - 2030
	GHS - SMOD	Globale	1 km	8 -	5 anni	1975 - 2030
	GHS - *Built - Characteristics*	Globale	10 m	15	-	2018
	GHS - FUA	Globale	1 km	-	-	2018
	European Settlement Map	Europea	2 m	3	3 anni	2012 - 2015
			10 m	3		
Google	*Dynamic World*	Globale	10 m	9	Near real-time	2021
OSM	*OSM built-up features*	Globale	-	Key e Value	48 ore	2004
Copernicus	*Corine Land Cover*	Europea	25 ha	44	6 anni	2000 - 2018
	Urban Atlas	800 città Europee	Da 0,25 ha a 1 ha	27	6 anni	2006 - 2018
	Imperviousness (Built - up)	Europea	10 m - 100 m	2	-	2018
	CLC+ Backbone	Europea	10 m	11	2 anni	2018 - 2021- 2023
Istat	Sezioni di censimento	Nazionale	da 1:5.000 a 1: 25.000	-	10 anni	1991 - 2021
Agenzia delle Entrate	Osservatorio del Mercato Immobiliare	Nazionale	1:5.000	5	6 mesi	2006 - 2024
ISPRA	*Corine Land Cover* - IV livello	Nazionale	25 ha	66	6 anni	2000 - 2018
	Carta nazionale del consumo di suolo	Nazionale	10 m	22	1 anno	2006 - 2024
	Grado di artificializzazione	Nazionale	10 m	3	1 anno	2006 - 2024
	Grado di urbanizzazione	Nazionale	10 m	4	1 anno	2012 - 2021
	Continuum urbano-rurale	Nazionale	10 m	8	10 anni	2012 - 2021

Fonte: ISPRA su dati Joint Research Center, Open Street Map, Google, Copernicus Land Monitoring Service, Istat, Agenzia delle Entrate, ISPRA

ISPRA propone tre diverse metodologie per la rappresentazione delle aree urbane basate sulla Carta nazionale del consumo di suolo (grado di artificializzazione), anche integrata con informazioni sulla popolazione (grado di urbanizzazione e *Continuum* urbano-rurale).

Nel **Grado di artificializzazione** le aree urbane vengono rappresentate considerando la densità media delle superfici artificiali in un raggio di 300 metri (Tabella 40), suddividendo il territorio nazionale in artificiale compatto, artificiale a media/bassa densità e artificiale assente o rado. Le tre classi occupano, rispettivamente, il 2,61%, il 14,54% e l'82,85% della superficie nazionale.

Tabella 40. Soglie di densità delle superfici artificiali adottate per la definizione delle classi del grado di artificializzazione e superficie delle classi al 2023, in km² e percentuale sulla superficie nazionale

Sistema di classificazione			Superficie	
Classe		Densità di superfici artificiali (%)	(km²)	(%)
1	Rurale	< 10	249.299	82,85
2	Suburbano	10 - 50	43.754	14,54
3	Urbano	> 50	7.863	2,61
Totale		**-**	**300.915**	**100**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Mettendo in relazione l'informazione sulla densità di superfici artificiali con la distribuzione della popolazione (spazializzata secondo la metodologia riportata in alto), è possibile ottenere una prima rappresentazione semplificata delle aree urbane, rispetto al sistema di classificazione del DEGURBA proposto da Eurostat, che prende il nome di **Grado di urbanizzazione**.
In particolare, sono state considerate tre classi riconducibili a quelle descritte dallo studio del JRC, più una quarta relativa ad aree con elevata densità di costruito e bassa densità demografica (Tabella 41). Rispetto al grado di artificializzazione, l'introduzione dell'informazione sulla densità di popolazione consente, in primo luogo, di distinguere le aree ad alta densità di costruito nelle classi 1 (tessuto urbano denso densamente popolato, a uso prevalentemente residenziale, 5.901 km²) e 4 (aree industriali, produttive, per infrastrutture o servizi o aree di recente costruzione non ancora abitate, 1.464 km²).

Tabella 41. Soglie di densità delle superfici artificiali e della popolazione adottate per la definizione delle classi del grado di urbanizzazione e estensione delle classi in km² e percentuale sul territorio nazionale

Classe		Soglie di densità		Superficie	
		Sup. artificiali	Popolazione		
		(%)	(ab/km²)	(km²)	(%)
1	Aree urbane ad alta densità	> 50	>1.500	5.901	1,96
2	Aree urbane a media densità	10 - 50	300 - 1.500	22.918	7,62
3	Zone rurali	< 10	< 300	270.633	89,94
4	Zone ad alta densità di suolo consumato e bassa densità di popolazione	> 50	< 300	1.464	0,49

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Istat e CLMS

La metodologia adottata da Eurostat e applicata dal JRC per la realizzazione del GHS-SMOD è stata ripresa e adattata alla carta nazionale del consumo di suolo e ai dati di popolazione spazializzati da ISPRA (SNPA, 2024), con l'obiettivo di ottenere lo strato "***Continuum* urbano-rurale**" in grado di cogliere le specificità territoriali del sistema insediativo italiano e di supportare le politiche di sostenibilità (Cimini *et al.*, 2023). A partire dalla griglia di popolazione ISPRA a 10m è stata valutata la densità di popolazione in un intorno di raggio 600 metri (equivalente ad una superficie di circa 1 km²), tramite statistiche focali, successivamente ricondotta alle quattro classi indicate nel sistema di classificazione Eurostat per la rappresentazione del DEGURBA. A partire da questo strato sono state condotte valutazioni sulla contiguità spaziale delle patch e sulla loro dimensione in termini di popolazione totale; entrambe queste informazioni sono necessarie per attribuire alle celle della griglia una delle sette classi

previste dalla metodologia DEGURBA. Il dettaglio tematico e spaziale dei dati di input ha permesso di introdurre un'ulteriore classe in grado di discriminare le aree industriali, commerciali e per servizi sul territorio nazionale (con densità di aree edificate > 50% e densità di popolazione < 300 ab/km²).

Al 2021 quasi il 90% del territorio nazionale è classificato come rurale a densità molto bassa (72,3%) e a bassa densità (15,9%) e meno del 3% è occupato da grandi centri urbani e nuclei urbani densi (entrambi 1,4% della superficie nazionale), che però ospitano oltre il 60% della popolazione totale (oltre un terzo, il 36%, risiede nei grandi centri urbani). Significativa anche la concentrazione di popolazione in aree periurbane o suburbane che, a fronte di un'estensione di poco meno del 4% della superficie nazionale, ospitano l'11% della popolazione nazionale (Tabella 42).

Tabella 42. Superficie delle classi di continuum urbano-rurale al 2021 (in ettari e in termini di percentuale sul totale) e popolazione presente nelle classi (in abitanti e in termini di ripartizione percentuale tra le classi). 11= rurale a densità molto bassa, 12= rurale a bassa densità, 13= nuclei rurali, 21= suburbano o periurbano, 22= nuclei urbani semi-densi, 23= nuclei urbani densi, 30= grandi centri urbani, 50= aree industriali, commerciali e per servizi, 60= corpi idrici

	Classi del Continuum urbano rurale 2021									
	11	12	13	21	22	23	30	50	60	Totale
Superficie (ha)	21.799.369	4.805.896	1.052.611	1.101.660	237.315	426.270	412.788	134.630	173.559	**30.144.099**
Superficie (%)	72,3	15,9	3,5	3,7	0,8	1,4	1,4	0,4	0,6	**100**
Popolazione (n° ab)	1.134.907	4.861.262	7.934.177	6.503.118	2.220.232	14.719.143	21.267.838	380.927	4.494	**59.026.098**
Popolazione (%)	1,9	8,2	13,4	11,0	3,8	24,9	36,0	0,6	0,0	**100**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Istat e CLMS

Figura 62. "Rigenerazione urbana", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Luca Ponti il 29 maggio 2023 nel comune di Milano, in Via Ortles

Gli ecosistemi urbani nel contesto del regolamento sul ripristino della natura

L'articolo 14 del regolamento stabilisce le due tipologie territoriali a cui gli Stati possono far riferimento per individuare gli ecosistemi urbani, valide ai fini della redazione dei Piani Nazionali di Ripristino della Natura (PNRN) e al monitoraggio degli obblighi di legge: entrambe si basano sulle definizioni adottate nella metodologia DEGURBA che, per tutti gli Stati membri, viene implementata da EUROSTAT. In particolare, il regolamento ammette esclusivamente:

- le unità amministrative locali (*Local Administrative Unit* - LAU) classificate come "città" e "piccole città e sobborghi";
- le maglie della griglia statistica di EUROSTAT con risoluzione di 1km classificate come centri urbani, agglomerati urbani e, se ritenuto opportuno, le zone periurbane all'interno delle LAU.

Con un sistema insediativo come quello italiano, caratterizzato da processi di dilatazione e frammentazione delle frange urbane è sicuramente più opportuno adottare come riferimento territoriale le LAU, in quanto l'assunzione di una griglia statistica che esclude o include rigidamente ampie porzioni di territorio, può determinare effetti casuali nell'applicazione degli obblighi di legge, generando possibili disparità. Le LAU più recenti messe a disposizione da EUROSTAT[26] mostrano che più di un terzo dei comuni dovrà osservare gli obblighi introdotti dal NRR e, in particolare, le misure prescritte nell'ambito della stesura dei PNRN. In particolare, la Lombardia è la regione con il numero più elevato di comuni che rientrano nelle classi di interesse del regolamento, con ben 856 comuni (il 57% del totale regionale), seguita, con oltre 200 unità, dal Veneto (274 comuni), dal Piemonte (228 comuni) e dalla Campania (236 comuni); la Puglia mostra, invece, il più elevato valore percentuale con oltre il 70% dei comuni coinvolti. Le regioni in cui il regolamento impatterà su un numero più limitato di comuni, saranno, invece, il Molise (7 comuni), la Valle d'Aosta (11), la Basilicata (15) e l'Umbria (17).

Tabella 43. Numero di comuni suddivisi secondo le diverse classi DEGURBA, per regione

Regione	Città	Piccole città e sobborghi	Aree rurali	NRR	
	(n° comuni)			(n° comuni)	(%)
Piemonte	4	224	953	228	19,3
Valle d'Aosta	-	11	63	11	14,9
Lombardia	118	738	650	856	56,8
Trentino-Alto Adige	2	44	236	46	16,3
Veneto	5	269	289	274	48,7
Friuli-Venezia Giulia	3	59	153	62	28,8
Liguria	3	76	155	79	33,8
Emilia-Romagna	11	112	207	123	37,3
Toscana	6	100	167	106	38,8
Umbria	2	15	75	17	18,5
Marche	2	59	164	61	27,1
Lazio	7	96	275	103	27,2
Abruzzo	4	36	265	40	13,1
Molise	1	6	129	7	5,1
Campania	91	145	314	236	42,9
Puglia	13	173	71	186	72,4
Basilicata	2	13	116	15	11,5
Calabria	4	74	326	78	19,3
Sicilia	17	162	212	179	45,8
Sardegna	3	53	321	56	14,9
Totale	**298**	**2.465**	**5.141**	**2.763**	**35,0**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia EUROSTAT

[26] Disponibili all'indirizzo web https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/local-administrative-units. Pur essendo aggiornate al 2023, conservano la classe DEGURBA ottenuta con i dati del censimento 2021.

Nell'articolo 8 del NRR viene stabilito l'obbligo di monitoraggio degli obiettivi di azzeramento della perdita e del successivo incremento delle superfici vegetate in ambito urbano a partire dall'entrata in vigore del regolamento. Nell'ultimo anno, quasi il 70% del consumo di suolo netto, pari a oltre 5.300 ettari, ha riguardato i comuni interessati dal regolamento. In particolare, nell'80% degli ambiti amministrativi comunali classificati come "città" e "piccole città e sobborghi" si registra un aumento delle superfici artificiali (Tabella 44) con picchi di oltre il 90% in Umbria, Abruzzo, Molise, Puglia, Emilia-Romagna, Veneto, Sardegna e Sicilia; un'incidenza percentuale più bassa si ravvisa solo nei comuni della Liguria (37%), della Valle d'Aosta (45%), del Trentino-Alto Adige e del Piemonte (67%).
È importante precisare che il regolamento si applica esclusivamente alle aree verdi rilevate dai dati satellitari con la possibile esclusione di aree agricole non permanenti (Cfr. § *Le infrastrutture verdi*), mentre questa analisi fa riferimento a tutte le superfici naturali che sono state artificializzate o impermeabilizzate nell'ultimo anno all'interno degli ambiti amministrativi comunali interessati dal NRR.

Tabella 44. La tabella riporta il consumo di suolo netto (in ettari) registrato nel periodo 2023-2024 nei comuni sottoposti a monitoraggio ai sensi del *Nature Restoration Regulation*, distinguendo tra i comuni che non hanno registrato incrementi (consumo stabile o in diminuzione) e quelli in cui si è verificato un aumento

Regione	Consumo di suolo netto 2023 - 2024	Stabile o riduzione 2023 - 2024		Aumento 2023 - 2024	
	(ha)	(n° comuni)	(%)	(n° comuni)	(%)
Piemonte	252	76	33,3	152	66,7
Valle d'Aosta	4	6	54,5	5	45,5
Lombardia	570	250	29,2	606	70,8
Trentino-Alto Adige	49	15	32,6	31	67,4
Veneto	486	15	5,5	259	94,5
Friuli-Venezia Giulia	99	9	14,5	53	85,5
Liguria	22	50	63,3	29	36,7
Emilia-Romagna	632	6	4,9	117	95,1
Toscana	153	25	23,6	81	76,4
Umbria	69	0	0	17	100,0
Marche	96	11	18,0	50	82,0
Lazio	498	13	12,6	90	87,4
Abruzzo	122	0	0	40	100,0
Molise	21	0	0	7	100,0
Campania	297	54	22,9	182	77,1
Puglia	706	2	1,1	184	98,9
Basilicata	74	1	6,7	14	93,3
Calabria	99	19	24,4	59	75,6
Sicilia	644	11	6,1	168	93,9
Sardegna	483	3	5,4	53	94,6
Totale	**5.377**	**566**	**20,5**	**2.197**	**79,5**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia EUROSTAT e SNPA

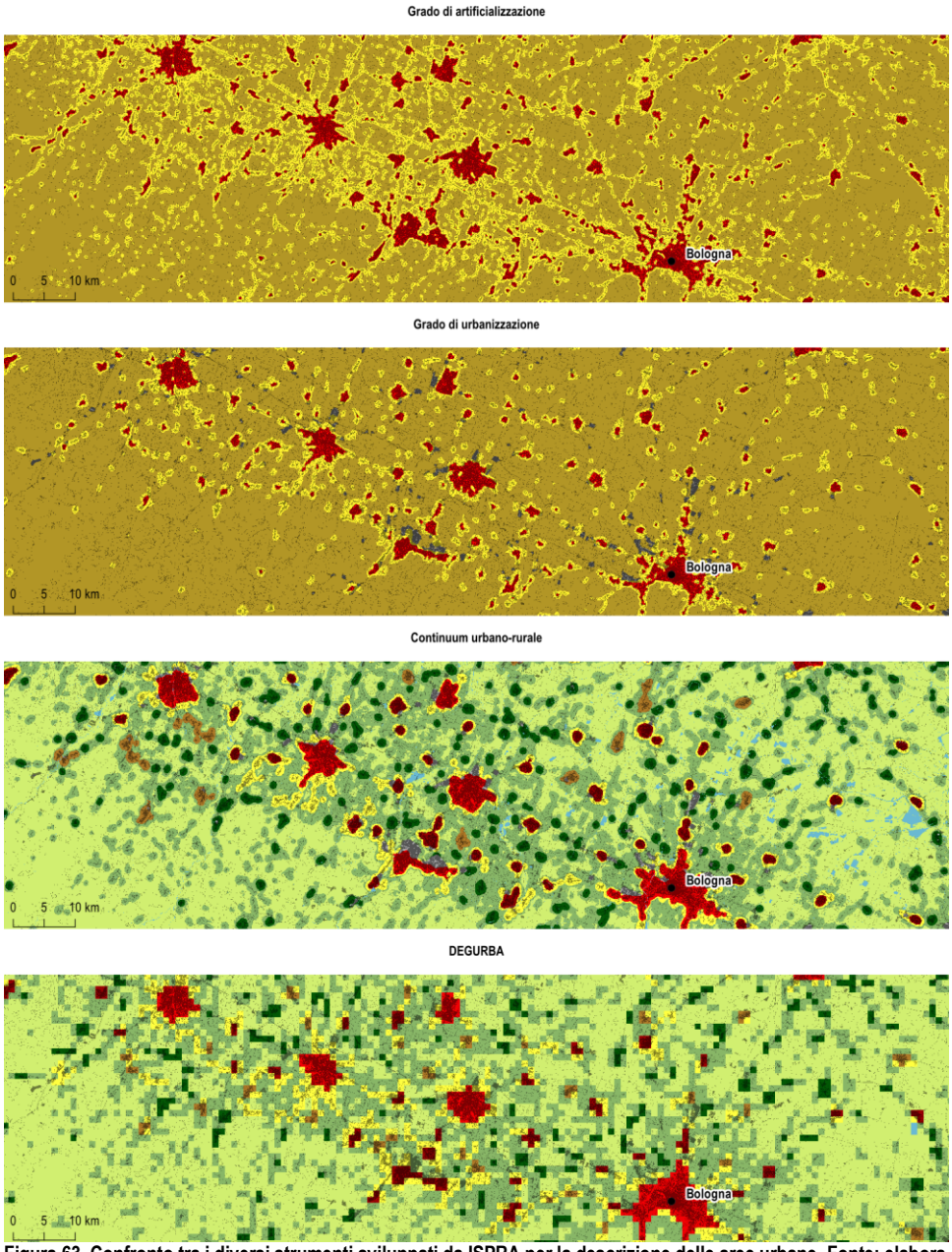


Figura 63. Confronto tra i diversi strumenti sviluppati da ISPRA per la descrizione delle aree urbane. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Istat e CLMS

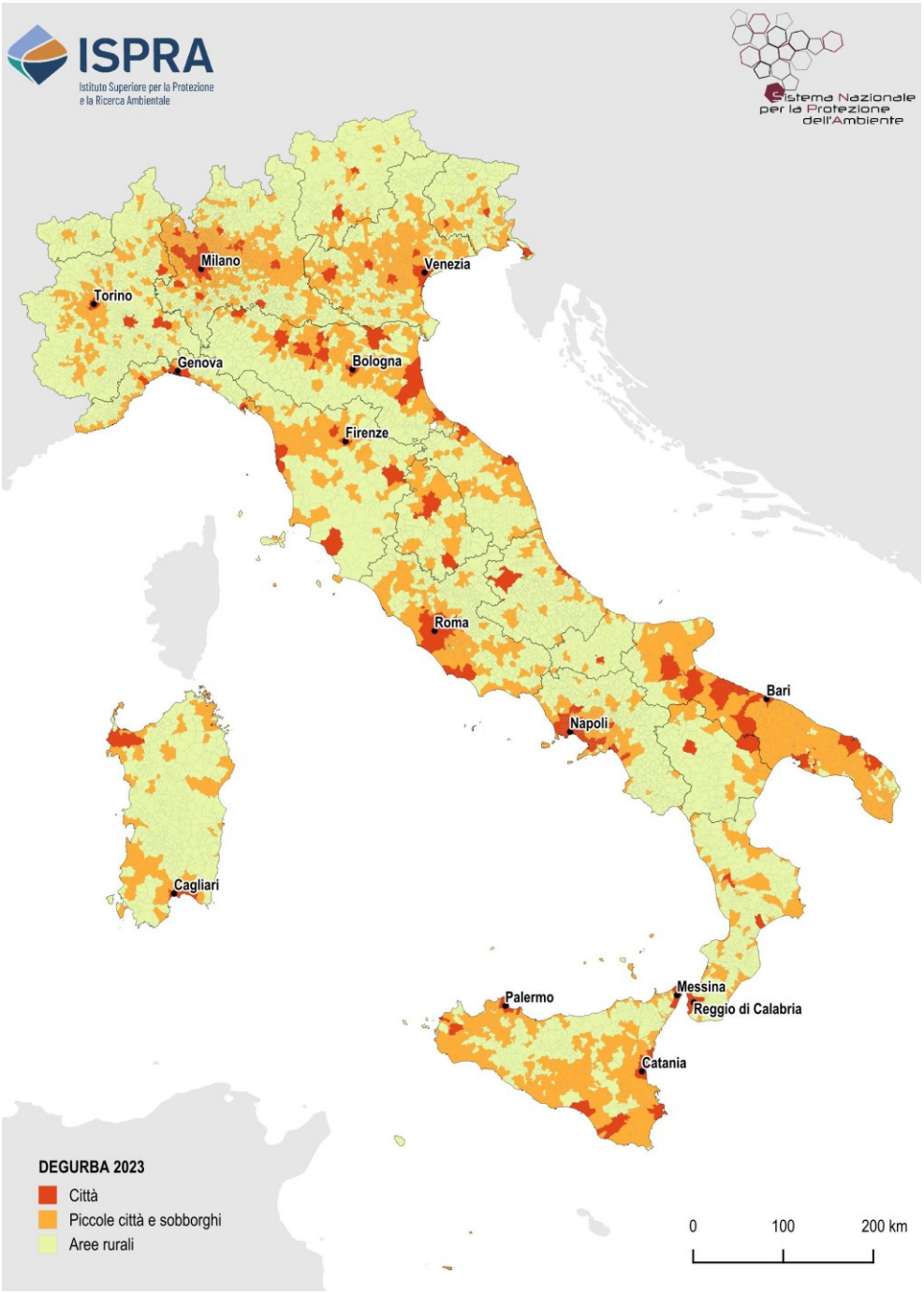


Figura 64. Classificazione dei comuni italiani nelle classi DEGURBA. Fonte: elaborazione ISPRA su dati EUROSTAT

FORME URBANE E TIPOLOGIE INSEDIATIVE

Attraverso le metriche della *Landscape Ecology* è possibile analizzare la morfologia delle aree urbane. L'*Edge Density* – ED (ISPRA, 2015) valuta complessità e grado di frammentazione dei margini urbani come rapporto tra il perimetro e la superficie del costruito, mentre compattezza e diffusione del costruito possono essere derivate dal *Largest Class Patch Index* (LCPI, che indica percentuale della superficie urbana occupata dalla *patch* continua più estesa) e dal *Residual Mean Patch Size* (RMPS, che indica, la dimensione media dei poligoni di costruito, escludendo quello più grande). I capoluoghi di regione (Tabella 45) mostrano una tendenza alla riduzione dell'ED e, quindi, alla densificazione dei nuclei urbani, con un massimo a Catanzaro, Trento e L'Aquila. L'analisi congiunta di LCPI e RMPS mostra risultati variabili nel periodo 2006-2024, con molti casi di bruschi aumenti o lievi decrementi. Gli aumenti più significativi di LCPI riguardano Catanzaro (dove aumenta anche RMPS, suggerendo una tendenza del tessuto urbano a processi di monocentrismo accompagnati da dispersione e frammentazione), Bologna (dove, invece, RMPS diminuisce), Potenza e Venezia. Ad Ancona, Bari, Campobasso e Cagliari, la diminuzione del valore di incidenza del nucleo urbano principale rispetto alla totalità dei nuclei supera il punto percentuale. A Bari, in particolare, è accompagnata dall'aumento del valore di RMPS, indice di una tendenza alla dispersione e diffusione nelle aree suburbane e rurali. Bolzano, Trento, Firenze, Roma, Napoli e Palermo sono interessate dalle medesime dinamiche, ma ad intensità minori.

Tabella 45. Valori di *Edge Density* (ED), *Largest Class Patch Index* (LCPI) e *Residual Mean Patch Area* (RMPS) per i 19 capoluoghi di regione e i due capoluoghi delle province autonome, per il 2006 e il 2024

Comune	ED (m/ha)		LCPI (%)		RMPS (ha)	
	2006	2024	2006	2024	2006	2024
Torino	200,9	197,5	81,6	81,3	5,6	6,0
Aosta	660,3	657,6	89,2	88,5	1,6	1,4
Genova	595,4	588,9	84,0	83,8	2,1	2,1
Milano	428,1	413,7	95,8	96,6	1,8	1,6
Bolzano	591,2	571,4	38,4	38,4	7,5	7,9
Trento	748,7	668,3	68,3	68,2	3,1	3,5
Venezia	445,0	426,4	60,2	63,4	4,8	4,9
Trieste	689,7	682,5	78,9	79,0	2,2	2,5
Bologna	742,9	717,2	84,3	91,5	2,5	1,5
Ancona	737,2	726,7	50,6	49,0	3,6	3,6
Firenze	611,4	605,2	63,8	63,8	3,8	3,9
Perugia	1 166,1	1 119,8	26,7	25,1	2,4	2,7
Roma	740,6	723,2	34,3	34,0	5,4	5,9
Napoli	382,7	373,7	89,4	89,3	3,4	4,2
L'Aquila	1 256,4	1 188,4	40,5	41,0	1,9	2,0
Campobasso	1 116,2	1 096,7	63,7	62,2	1,1	1,1
Bari	584,1	545,6	51,7	50,3	6,8	8,4
Potenza	1 182,8	1 144,4	67,6	72,1	0,8	0,7
Catanzaro	841,6	746,3	24,7	35,2	3,8	4,1
Palermo	473,7	455,9	90,6	90,5	1,6	1,8
Cagliari	682,6	665,3	88,0	86,8	2,0	2,6

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Un'ulteriore variabile utile per caratterizzare il contesto urbano è l'Indice di dispersione (ID), che valuta la densità del costruito come rapporto tra l'estensione delle aree costruite a media/bassa densità (suburbane) sul totale di quelle ad alta (urbane) e media/bassa densità (suburbane). Valori elevati dell'indice si riscontrano in aree urbane con prevalenza di tessuti urbani a bassa densità, mentre valori più bassi denotano superfici urbanizzate più dense e compatte (Tabella 46). A livello regionale l'indice si mantiene su valori elevati (tra il 94,22% del Molise e il 76,04% della Lombardia), con una tendenza alla

diminuzione tra il 2006 e il 2024 in 18 delle 20 regioni, mostrando una tendenza generale alla saturazione delle aree urbanizzate a bassa e media densità.

Tabella 46. Indice di dispersione (ID) nel 2006 e nel 2024

Regione	ID 2006 (%)	ID 2024 (%)	Variazione 2006 – 2024 (%)
Piemonte	86,36	85,49	-0,87
Valle d'Aosta	93,34	93,29	-0,05
Lombardia	77,25	76,04	-1,21
Trentino-Alto Adige	91,16	90,34	-0,83
Veneto	85,72	84,42	-1,30
Friuli-Venezia Giulia	85,61	84,72	-0,89
Liguria	85,87	85,43	-0,44
Emilia-Romagna	84,60	83,64	-0,95
Toscana	85,59	84,93	-0,66
Umbria	90,97	90,09	-0,88
Marche	87,63	87,65	0,02
Lazio	86,85	85,86	-1,00
Abruzzo	90,04	89,61	-0,42
Molise	94,45	94,22	-0,23
Campania	82,73	81,78	-0,95
Puglia	82,19	82,60	0,42
Basilicata	92,43	92,20	-0,23
Calabria	89,73	89,09	-0,64
Sicilia	84,73	84,19	-0,54
Sardegna	86,05	85,71	-0,34
Italia	**84,77**	**84,01**	**-0,75**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Figura 65. Esempio di densificazione, diffusione e dispersione insediativa lungo il transetto urbano-rurale tra la città di Roma e il comune di Monte Porzio Catone

LE INFRASTRUTTURE VERDI

Il verde urbano nel contesto del Regolamento sul ripristino nella natura

Tra gli impatti più rilevanti legati alla diffusione insediativa e alla densificazione delle aree urbane, la riduzione della disponibilità di superfici naturali assume un ruolo centrale nella definizione di città vivibili, non solo in termini ambientali ma anche di coesione, interazione e uguaglianza sociale. Per questi motivi le infrastrutture verdi (IV) rappresentano una componente strategica fondamentale per garantire la fornitura di benefici ambientali, sociali ed economici soprattutto nei contesti urbani e suburbani. La crescita di questa consapevolezza ha stimolato le Nazioni Unite a introdurre, nell'ambito dell'Agenda 2030, l'obiettivo di sviluppo sostenibile 11 dedicato alle città, nel quale viene promosso l'accesso universale, sicuro e inclusivo agli spazi verdi. A livello europeo, nel 2011 l'Agenzia Europea dell'Ambiente pubblicò il rapporto *Green infrastructure and territorial cohesion* (EEA, 2011) e nel 2013 venne diffusa la Comunicazione della Commissione sulle infrastrutture verdi (Commissione Europea, 2013b). Il panorama di definizioni che le caratterizzano è molto ampio, ma la stessa Comunicazione europea le definisce come "una rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici". Ciò si traduce nella necessità di integrare il concetto di IV nei piani territoriali e urbani per contribuire al potenziamento del capitale naturale. In questo senso, la Strategia UE per la biodiversità al 2030 ha invitato le città europee con popolazione superiore a 20.000 abitanti a dotarsi di piani di inverdimento urbano per aumentare la biodiversità e migliorare la connettività ecologica tra gli spazi verdi ma anche per stimolare la produzione di nuovi e più dettagliati strumenti di monitoraggio. In Italia, il primo tentativo di regolamentare il verde urbano per salvaguardarlo dai processi di urbanizzazione risale all'introduzione degli standard urbanistici[27]. Tuttavia, l'applicazione della norma è risultata per lo più meramente quantitativa riducendo il verde urbano ad un elemento di arredo negli interstizi della città. Successivamente, strumenti come la legge n.10/2013[28] e la Strategia Nazionale del Verde Urbano sono stati sviluppati con l'obiettivo di supportare nuove forme di pianificazione capaci di enfatizzare il contributo delle infrastrutture verdi sia nei contesti urbani che rurali. Sebbene la legge sia ancora non del tutto attuata, ha comunque contribuito a diffondere una sensibilità verso il tema della tutela del verde urbano. Solo nel 2024 con l'approvazione del Regolamento sul ripristino della natura, il quadro politico e strategico europeo e nazionale si è arricchito, introducendo per la prima volta una definizione esplicita di verde urbano sulla base della quale sono stati stabiliti gli strumenti cartografici utili a misurare il progresso verso il raggiungimento degli obiettivi giuridicamente vincolati sanciti dal Regolamento.
Di seguito vengono descritte le attività condotte da ISPRA per la mappatura e la valutazione delle infrastrutture verdi, con particolare riferimento agli indicatori sviluppati per misurare la superficie vegetata in ambito urbano e agli strumenti messi a punto per soddisfare i requisiti di monitoraggio stabiliti nel Regolamento sul ripristino della natura e per la redazione dei Piani Nazionali di Ripristino (PNR). Inoltre, vengono mostrati i primi risultati ottenuti nell'ambito di attività di ricerca in corso sul tema della mappatura della copertura arborea e della restituzione di indicatori di supporto ai *policy maker* per la pianificazione e il monitoraggio delle infrastrutture verdi urbane.

[27] Il Decreto Ministeriale 2 aprile 1968 n. 1444 stabilisce che per ogni nuovo insediamento deve essere previsto un minimo di 18 m² per abitante per gli spazi pubblici, di cui 9 destinati a verde pubblico, escluse le aree di pertinenza delle infrastrutture stradali.
[28] La legge prende il nome di "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani" e ha introdotto l'obbligo per Comuni maggiori di 15.000 abitanti di dotarsi di un Piano del verde e redigere un bilancio arboreo.

Figura 66. "Il futuro non cresce sul cemento", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Roberta Diciotti il 31 luglio 2025 in Via S. Marino, nel comune di Livorno

Figura 67. "Ornamento", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Mariagrazia Quaranta il 13 agosto 2012 a Monaco di Baviera

Nei criteri adottati dal Regolamento sul ripristino della natura (NRR) per individuare le superfici naturali e la copertura arborea all'interno delle aree urbane, è opportuno evidenziare due concetti, essenziali per guidare e orientare le attività di monitoraggio previste dal NRR e la redazione dei Piani Nazionali di Ripristino:

- dal punto di vista teorico, viene definito il verde urbano come l'insieme delle superfici naturali all'interno delle aree classificate come "città" e "piccole città e sobborghi" (Cfr.§ *Gli ecosistemi urbani nel Nature Restoration Regulation*), con esclusione delle coperture erbacee periodiche connesse all'attività agricola;
- dal punto di vista operativo, le superfici naturali sono individuate utilizzando i dati di copertura del suolo (e non di uso del suolo) più aggiornati, come quelli offerti nell'ambito del Servizio di Monitoraggio del territorio di Copernicus (CLMS). Con particolare riferimento ai dati CLMS, la misurazione delle superfici naturali deve basarsi sullo strato CLC *Plus Backbone*, mentre la valutazione della copertura arborea va riferita al dato HRL *Tree Cover Density*.

Se la definizione teorica risulta concettualmente chiara, la sua applicazione pratica, attraverso l'utilizzo dei dati disponibili, richiede un'attenta valutazione metodologica e un'interpretazione coerente delle fonti per garantire risultati affidabili e comparabili nel tempo. In questa ottica, l'assenza di fonti nazionali in grado di misurare le superfici naturali con un dettaglio spaziale e tematico pari o superiore a quello dei dati Copernicus, nonché con un'accuratezza e una frequenza di aggiornamento idonee a soddisfare gli obiettivi di monitoraggio del Regolamento, non può che orientare la scelta verso l'utilizzo dei dati CLMS.

Secondo il regolamento, in assenza di altre fonti, il CLC *Plus Backbone* deve essere utilizzato considerando come superfici naturali le classi relative alla copertura arborea, arbustiva, abiotica naturale, erbacea permanente e i corpi idrici, escludendo l'erbaceo periodico. L'esclusione di quest'ultima classe è associata alla marcata variabilità fenologica nel corso dell'anno, concettualmente affine al comportamento delle superfici agricole. Tuttavia, le peculiari condizioni climatiche delle aree mediterranee, e in particolare delle regioni del Centro e del Sud Italia, influenzano significativamente la dinamica stagionale della vegetazione, determinando cicli di crescita primaverile e disseccamento estivo che interessano, sistematicamente, anche aree non utilizzate a fini agricoli, come parchi e altre aree verdi urbane (Figura 68). In questo senso, l'esclusione dell'erbaceo periodico rischia di tradursi in una sottostima del verde urbano e nella potenziale legittimazione della perdita di preziose aree verdi urbane.

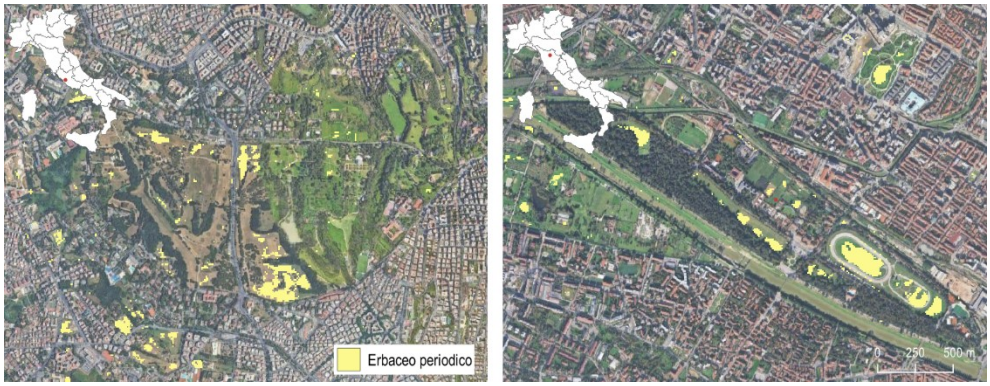


Figura 68. Esempi di aree mappate come erbaceo periodico dal CLC Plus Backbone 2023 che fanno parte del parco urbano di Villa Doria Pamphilj di Roma (a sinistra) e del parco delle cascine di Firenze (a destra)

ISPRA ha valutato l'effetto che l'esclusione dell'erbaceo periodico comporta sulla misurazione delle aree verdi urbane, proponendo tre approcci metodologici basati sull'integrazione del CLC *Plus Backbone* 2023 con la carta nazionale del consumo di suolo di ISPRA-SNPA, disponibile per lo stesso anno, e i dataset di uso del suolo. I primi due approcci utilizzano i dati di uso più recenti disponibili in ambito CLMS, mentre l'ultima fa riferimento alle informazioni di uso del suolo derivabili dalle sezioni di censimento Istat 2021. In particolare, il primo approccio propone l'introduzione dello strato HRL *Crop Type* (cfr.§ *I nuovi dati CLMS High Resolution Layers*), disponibile per il 2021, per integrare nella misurazione delle aree verdi urbane l'erbaceo periodico non riconducibile all'attività agricola. Nel secondo approccio sono stati mosaicati i dati CLMS relativi alla componente *Land Cover and Use in Priority Areas* con il CORINE *Land Cover*, entrambi riferiti al 2018, seguendo lo stesso ordine di priorità utilizzato per la produzione della carta nazionale di copertura e uso del suolo (cfr.§ *Le cartografie ISPRA di uso del suolo, copertura del suolo e tipologie di ecosistemi*), allo scopo di ottenere una più dettagliata descrizione del territorio nazionale in ambiti urbano, agricolo e naturale[29], e includere nella misurazione del verde urbano i pixel di copertura erbacea periodica all'interno dei contesti urbani. Nel terzo approccio la copertura erbacea periodica riconducibile ad attività agricole è stata individuata a partire dalle informazioni di uso derivabili dalle sezioni di censimento Istat 2021[30]. In tutti e tre i casi, conformemente a quanto previsto dal Regolamento, è stato sovrapposto il layer HRL *Tree Cover Density*, dal quale emerge che le superfici arboree coprono il 30% delle aree classificate come "città" e "piccole città e sobborghi"; valori vicini o superiori al 50% si registrano nelle aree urbane della Liguria (66%), del Trentino-Alto Adige (64%), della Calabria (58%), dell'Umbria (53%), della Toscana (49%) e della Valle d'Aosta (48%). Percentuali inferiori al 20% si osservano in Friuli-Venezia Giulia (19%), Veneto (15%) ed Emilia-Romagna (10%).

Con l'integrazione dello strato *Crop Type* verrebbero inclusi nelle aree verdi urbane più di 650.000 ettari (pari a un incremento di quasi il 9%) di aree mappate dal CLC+ *Backbone* come erbaceo periodico, con le variazioni maggiori in Emilia-Romagna (+37%), Lazio (+18%) e Marche (+16%). Nell'approccio basato sui dati CLMS, l'incremento risulterebbe pari a oltre 700 km², mentre utilizzando i dati Istat verrebbero classificate come "verde urbano" più di 900 km² di superfici erbacee periodiche. Nel complesso, i due risultati risultano sostanzialmente in linea, con scostamenti percentuali a livello regionale che non superano il 2%; in entrambi i casi si osservano gli incrementi maggiori in Basilicata in termini percentuali (con il +6% con dati CLMS e con il +4% con dati Istat) e in Puglia e in Sicilia in termini assoluti (oltre 100 ettari di incremento). Le differenze maggiori si osservano in Umbria, Toscana e Lazio rispettivamente con +51 km², +45 km² e +32km² di aree verdi urbane rispetto all'approccio basato su dati CLMS (Tabella 47).

[29] Al primo livello di classificazione vengono descritte con la classe 1 le superfici artificiali, con la classe 2 le aree agricole e con le altre classi, le aree riconducibili a superfici naturali e semi-naturali.

[30] Le Basi territoriali (BT) Istat, disponibili per gli anni 1991-2001-2011 e 2021, sono un *layer* geografico a copertura nazionale che rappresenta l'insieme delle partizioni e zonizzazioni a fini statistici del territorio italiano: sezioni di censimento (SdC); aree di censimento (solo nella versione 2011 e per i comuni di maggiore dimensione demografica); aree sub-comunali (ASC: municipi, quartieri ecc.); località (abitate, produttive e di case sparse). A ciascuna sezione di censimento è stato assegnato un codice di tipo speciale (Cod_Tipo_S) che caratterizza l'area in termini di uso e copertura del suolo.

Tabella 47. La tabella mostra l'estensione delle superfici naturali mappate dal dato CLC+ *Backbone* ad esclusione della classe erbaceo periodico e l'estensione del verde urbano ottenuta integrando l'erbaceo periodico non riconducibile all'attività agricola secondo *Crop Type*, i dati CLMS e i dati Istat. Le elaborazioni sono state condotte a livello regionale per le LAU classificate come "città" e "piccole città e sobborghi"

Regioni	Copertura Arborea da TCD	Superfici naturali NRR da CLC+ Backbone	Verde urbano (da integrazione con Crop Type)	Verde urbano (da integrazione con CLMS)	Verde urbano (da integrazione con Istat)	Verde urbano (da integrazione con Crop Type)	Verde urbano (da integrazione con CLMS)	Verde urbano (da integrazione con Istat)
	(km²)					Incremento rispetto alle superfici naturali NRR del CLC+ Backbone (%)		
Piemonte	1.624	3.284	3.491	3.327	3.349	6,29	1,30	1,98
Valle d'Aosta	108	212	212	212	212	0,06	0,05	0,02
Lombardia	2.709	5.794	6.233	5.852	5.834	7,58	1,00	0,69
Trentino-Alto Adige	1.008	1.470	1.472	1.470	1.472	0,14	0,06	0,14
Veneto	1.345	5.029	5.342	5.064	5.055	6,23	0,69	0,51
Friuli-Venezia Giulia	371	1.163	1.219	1.174	1.165	4,81	0,91	0,17
Liguria	1.137	1.533	1.537	1.534	1.534	0,26	0,04	0,09
Emilia-Romagna	897	3.759	5.140	3.808	3.804	36,72	1,29	1,18
Toscana	3.647	5.922	6.250	5.940	5.985	5,54	0,30	1,06
Umbria	1.792	2.707	2.852	2.719	2.769	5,36	0,45	2,32
Marche	750	1.637	1.907	1.668	1.695	16,46	1,87	3,51
Lazio	2.560	5.322	6.272	5.367	5.399	17,86	0,85	1,46
Abruzzo	620	1.529	1.646	1.540	1.536	7,65	0,75	0,48
Molise	119	242	265	245	245	9,60	1,36	1,45
Campania	1.751	2.915	3.150	2.931	2.932	8,08	0,57	0,58
Puglia	5.419	10.734	11.402	10.833	10.921	6,23	0,93	1,74
Basilicata	495	1.309	1.469	1.383	1.358	12,23	5,65	3,79
Calabria	2.318	3.456	3.572	3.484	3.475	3,33	0,80	0,53
Sicilia	3.472	11.811	12.704	11.993	11.968	7,56	1,54	1,33
Sardegna	1.657	5.879	6.134	5.908	5.902	4,33	0,49	0,39
Italia	**33.796**	**75.706**	**82.267**	**76.452**	**76.610**	**8,67**	**0,98**	**1,19**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA, dati CLMS e Istat

Il primo obiettivo stabilito nell'articolo 8 del Regolamento è l'azzeramento della perdita netta di spazi verdi urbani e di copertura arborea da raggiungere entro il 2030; ISPRA ha simulato la valutazione di questo target con riferimento all'ultimo anno di monitoraggio del consumo di suolo e utilizzando i prodotti proposti per la misurazione delle aree verdi urbane e della copertura arborea.
In soli dodici mesi, le aree urbane sono state private di quasi 600 ettari di copertura arborea, con perdite maggiori in Puglia (136 ettari), Sicilia (74 ettari) e Lombardia (71 ettari). In alcune regioni la quota di consumo di suolo in area urbana prodotto a scapito della copertura arborea risulta particolarmente elevata, superando il 30% in Valle d'Aosta (75%), Liguria (50%) e Calabria (37%). La perdita complessiva di aree verdi urbane risulta prossima ai 4.000 ettari, secondo le stime ottenute a partire dalle classi CLC *Plus Backbone* previste dal Regolamento e dalle mappature basate sull'integrazione dei dati CLMS e Istat (in tutte e tre le ipotesi circa il 70% del consumo di suolo totale registrato all'interno delle aree urbane ha riguardato il verde urbano); i 4.000 ettari vengono superati se si considerano le aree verdi urbane ottenute integrando lo strato *CropType*. In tutte le ipotesi di mappatura del verde urbano, le perdite più consistenti in termini assoluti si sono registrate in Puglia (dai 570 ettari agli oltre 600 ettari), Sicilia (valori compresi tra 464 ettari e 535 ettari), Lombardia (tra 452 ettari e 505 ettari) e Sardegna (tra più di 350 ettari e oltre 400 ettari). Solo in Valle d'Aosta e in Liguria tutto il consumo di suolo è stato registrato su aree verdi urbane.

Tabella 48. Consumo di suolo 2023-2024 riferito alle superfici arboree individuate dallo strato *Tree Cover Density* di Copernicus e alle aree verdi urbane come definite dal Regolamento sul Ripristino della Natura e ottenute integrando le superfici erbacee periodiche non riconducibili ad attività agricole secondo gli strati *Crop Type*, CLMS e Istat

Regioni	Consumo di suolo netto 2023 - 2024										
	in area urbana	su copertura arborea in area urbana (TCD)		su verde urbano							
				da CLC+ Backbone (NRR)		Integrazione con *CropType*		Integrazione con dati CLMS		Integrazione con dati Istat	
	(ha)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Piemonte	252	42	16,67	190	75,40	212	84,13	193	76,59	188	74,60
Valle d'Aosta	4	3	75,00	4	100,00	4	100,00	4	100,00	4	100,00
Lombardia	570	71	12,46	452	79,30	505	88,60	455	79,82	458	80,35
Trentino-A. Adige	49	12	24,49	46	93,88	47	95,92	46	93,88	46	93,88
Veneto	486	27	5,56	338	69,55	395	81,28	337	69,34	338	69,55
Friuli-V. Giulia	99	12	12,12	68	68,69	82	82,83	70	70,71	69	69,70
Liguria	22	11	50,00	22	100,00	22	100,00	22	100,00	22	100,00
Emilia-Romagna	632	32	5,06	353	55,85	465	73,58	355	56,17	354	56,01
Toscana	153	12	7,84	112	73,20	121	79,08	112	73,20	112	73,20
Umbria	69	14	20,29	54	78,26	63	91,30	55	79,71	56	81,16
Marche	96	8	8,33	59	61,46	78	81,25	61	63,54	60	62,50
Lazio	498	28	5,62	206	41,37	382	76,71	207	41,57	214	42,97
Abruzzo	122	16	13,11	90	73,77	102	83,61	96	78,69	90	73,77
Molise	21	2	9,52	12	57,14	15	71,43	13	61,90	12	57,14
Campania	297	38	12,79	224	75,42	263	88,55	229	77,10	227	76,43
Puglia	706	136	19,26	571	80,88	611	86,54	575	81,44	573	81,16
Basilicata	74	1	1,35	37	50,00	40	54,05	41	55,41	37	50,00
Calabria	99	37	37,37	86	86,87	91	91,92	87	87,88	86	86,87
Sicilia	644	74	11,49	464	72,05	535	83,07	506	78,57	533	82,76
Sardegna	483	17	3,52	362	74,95	443	91,72	365	75,57	366	75,78
Italia	**5.377**	**595**	**11,07**	**3.750**	**69,74**	**4.476**	**83,24**	**3.829**	**71,21**	**3.847**	**71,55**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA, dati CLMS e Istat

Indicatori di superficie vegetata in area urbana

L'indicatore di incidenza di aree verdi rappresenta la quota di verde (aree vegetate) sia pubblico che privato che si trova nell'area urbana, suburbana e all'interno di una fascia di 500 metri dall'area urbana rispetto all'area totale analizzata[31], ed è espresso in termini percentuali. L'indicatore di superficie vegetata su superficie urbanizzata esprime la percentuale tra la superficie di aree vegetate in aree urbane e suburbane rispetto alla superficie urbanizzata[32]. Per entrambi gli indicatori l'area urbanizzata è rappresentata dalle classi di urbano e suburbano del grado di artificializzazione. In aggiunta, nel calcolo dell'indicatore di incidenza, proprio per il suo significato, ovvero dare conto anche di quelle aree verdi che, pur non trovandosi nelle zone più urbanizzate e popolate, possono comunque essere fruite dalla popolazione e contribuire alla qualità della vita dei cittadini e dell'ambiente, viene inserito un ulteriore buffer di 500 metri (cfr. § *Le aree urbane*). Le aree vegetate sono state, invece, ricavate a partire dal calcolo del *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) su immagini Sentinel-2[33] su un biennio (anno di riferimento + anno precedente) per tutta la serie storica e, successivamente, è stato estratto per ogni pixel dell'immagine il 95° percentile di NDVI, in modo da escludere valori estremi causati da anomalie nei dati e fluttuazioni vegetazionali stagionali. All'NDVI ottenuto sono stati applicati due valori soglia, 0,3 e 0,4, considerando vegetate le aree con valori superiori ad essi. Quindi è stata calcolata la media tra le due superfici vegetate così individuate per evitare di utilizzare rigidamente una singola soglia considerando la variabilità che la vegetazione può assumere e, in particolare, l'incertezza del valore di NDVI nelle zone in ombra. La Tabella 49 riporta l'indicatore di incidenza di aree verdi in aree urbane e suburbane e l'indicatore di superficie vegetata su superficie urbanizzata, elaborati per gli anni 2016 e 2024[34].

Tabella 49. Indicatori di infrastrutture verdi per i 21 capoluoghi di regione e delle province autonome per gli anni 2023 e 2024

Comune	Incidenza di aree verdi (%)		Superficie vegetata su urbanizzata (%)	
	2016	2024	2016	2024
Torino	33,15	32,71	28,64	28,28
Aosta	59,20	58,46	50,10	50,63
Genova	70,25	70,45	53,59	54,03
Milano	38,24	38,89	32,75	33,64
Bolzano	65,70	65,06	50,10	49,36
Trento	74,48	74,30	57,42	56,56
Venezia	38,27	37,23	39,21	38,78
Trieste	69,16	68,77	54,67	54,03
Bologna	59,92	59,74	48,15	48,19
Ancona	79,84	79,93	60,49	60,95
Firenze	55,29	55,21	50,13	50,17
Perugia	82,89	82,96	69,17	69,44
Roma	68,69	68,33	53,64	53,70
Napoli	35,31	35,28	33,17	33,18
L'Aquila	82,52	82,84	64,77	66,62
Campobasso	76,88	76,42	66,76	66,49
Bari	56,21	56,18	48,22	48,50
Potenza	84,18	84,19	69,84	70,13

[31] Per area totale analizzata qui si intende la somma delle superfici di area urbana, area suburbana e superficie della fascia di 500 m considerata.

[32] La superficie urbanizzata è costituita dalla somma delle aree urbane e suburbane.

[33] Le immagini *Sentinel*-2 del programma *Copernicus* sono disponibili dalla fine del 2015. Per tale motivo gli indicatori che prevedono le aree vegetate da NDVI possono essere elaborati dal 2016 in poi.

[34] Per una facilità di lettura, poiché non ci sono grandi variazioni nei valori di entrambi gli indicatori, vengono riportati solo gli anni 2016 e 2024.

Catanzaro	76,94	76,53	63,74	63,80
Palermo	54,28	53,53	42,50	41,80
Cagliari	24,59	30,14	27,89	34,47

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA, dati Istat, CLMS e OSM

Potenza, Perugia e L'Aquila sono i capoluoghi di regione che nel 2024 presentano per l'indicatore di incidenza valori superiori all'80%. La situazione è analoga agli anni precedenti e si ha un trend leggermente negativo dal 2016 ad oggi. Milano, Venezia, Napoli, Torino e Cagliari presentano invece valori inferiori al 40% e anche in questo caso la situazione è analoga agli anni precedenti. Tra questi si evidenzia il comune di Cagliari che confermando i risultati del 2023, presenta un trend positivo passando dal 25% nel 2016 al 30% nel 2024. Il secondo indicatore vede per il 2024 i valori più alti, superiori al 65%, per Potenza, Perugia, L'Aquila e Campobasso, mentre valori inferiori al 35% si osservano per Cagliari, Milano, Napoli e Torino. Anche in questo caso, a conferma dei dati del 2023, si evidenzia il comune di Cagliari che dal 2016 al 2024, vede l'indicatore aumentare di circa 6 punti percentuali; tuttavia tale valore è principalmente influenzato dalla presenza di zone umide la cui lo stato della vegetazione può variare significativamente nel tempo, modificando la risposta spettrale e, quindi, i valori dell'indice, pur in assenza di una reale crescita di aree verdi (Figura 69). In generale, rispetto agli anni precedenti i valori dell'indicatore presentano lievi fluttuazioni in entrambi i versi.

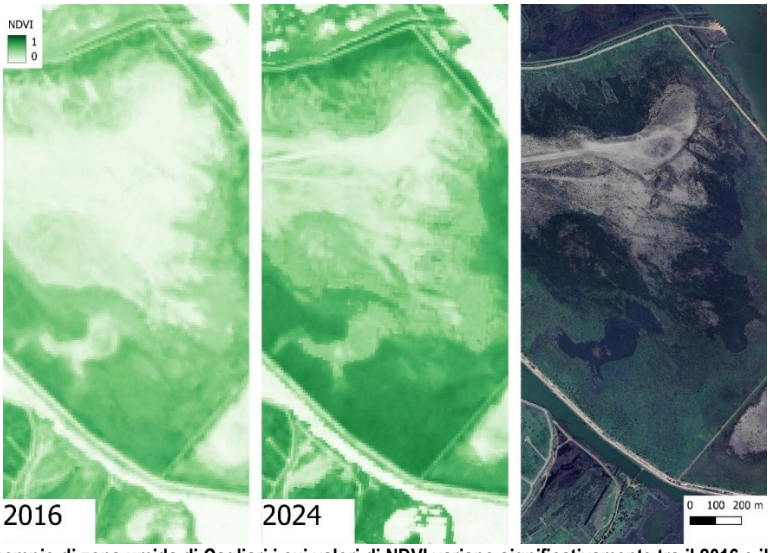


Figura 69. Esempio di zona umida di Cagliari i cui valori di NDVI variano significativamente tra il 2016 e il 2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Copernicus, immagine a destra da Google Satellite

Rilievo e censimento delle alberature

Il decreto del 10 marzo 2020 sui Criteri Ambientali Minimi (CAM) per il verde pubblico, ha reso obbligatorio l'inserimento del censimento delle alberature nei capitolati tecnici per la gestione e la manutenzione del verde urbano, allo scopo di garantire interventi efficaci, trasparenza e sostenibilità nella gestione delle aree verdi cittadine. Gli inventari, molto spesso, devono essere realizzati su scala ampia per cui si sceglie di utilizzare tecniche di telerilevamento che, se da un lato risultano più efficienti in termini di omogeneità, aggiornamento delle informazioni e contenimento dei costi di produzione, dall'altro presentano diversi limiti di accuratezza legati, ad esempio, alla presenza di pixel misti, alle ombre generate dagli edifici in ambito urbano ma anche alla risoluzione spaziale dei dati. Quest'ultima, in particolare, può non essere sufficiente per distinguere singoli alberi o specie differenti soprattutto nelle aree metropolitane dense, dove le alberature spesso vengono coperte dalla presenza di edifici e, di conseguenza, sottorappresentate, rendendo necessaria l'integrazione con rilievi su campo.

Figura 70. Copertura arborea mappata da diversi strumenti cartografici afferenti alla componente *Land* del programma Copernicus, su una porzione dell'area di studio. Da sinistra verso destra: *Street Tree Layer* 2018, CLC+ *Backbone* 2023 e *Tree Cover Density* 2021

Un censimento arboreo digitalizzato può offrire dati georeferenziati, che possono contenere informazioni anche molto dettagliate su numerosità, distribuzione, parametri dendrometrici e condizioni delle specie, configurandosi come uno strumento chiave in grado di superare i limiti tecnici legati all'uso di soli dati telerilevati e fornire una base informativa essenziale per la pianificazione, il monitoraggio e la gestione delle infrastrutture verdi urbane, in coerenza con i più avanzati standard normativi e scientifici internazionali, europei e nazionali (Ma *et al*., 2021).

In via sperimentale, è stato realizzato un censimento della copertura arborea presente lungo le infrastrutture viarie di una porzione del municipio II del comune di Roma, a cavallo tra le due principali stazioni ferroviarie di Roma Termini e Roma Tiburtina, dove si trovano anche alcune sedi dell'Università Sapienza di Roma e la Biblioteca Nazionale. In un contesto urbano dove la presenza di servizi attira quotidianamente un elevato numero di persone, assume un ruolo fondamentale disporre di strumenti in grado di fornire una conoscenza dettagliata del patrimonio arboreo, per garantire una gestione e una fruizione ottimale dei servizi ecosistemici offerti. I rilievi sono stati condotti con riferimento alle formelle collocate lungo le infrastrutture viarie, destinate alla messa a dimora delle specie arboree. Per ciascuna formella sono stati rilevati diversi parametri, organizzati in 4 macrogruppi: stato e condizioni (Tabella 50), tassonomia, parametri dendrometrici e identificativi del censimento (Tabella 51). In questo contesto, l'uso dell'applicativo *Open-Source QFieldSync* di QGIS ha permesso di creare uno schema dati strutturato e adatto alla raccolta in campo dei parametri elencati, utilizzando dispositivi mobili.

Tabella 50. Parametri osservati relativamente allo stato e alla condizione delle formelle e della vegetazione

Gruppo	Parametro rilevato	Descrizione	Classi	Descrizione della classe
Stato e condizioni	Stato della pianta	Valuta la presenza/assenza dell'alberatura e il suo stato di vitalità	Ceppaia	La formella presenta una ceppaia al suo interno
			Pianta morta	La formella presenta una pianta morta al suo interno
			Pianta viva	La formella presenta un individuo arboreo vivo al suo interno
			Posto libero	La formella non presenta individui arborei al suo interno
	Condizione della formella	Valuta la condizione della singola formella	Ottimale	La formella non risulta danneggiata ed è visibile
			Da ripristinare	La formella risulta danneggiata, assente, non visibile, non più adatta ad ospitare alberature
	Grandezza della formella	Valuta visivamente la superficie della formella	Piccola	La formella presenta una superficie minore di un quadrato di lato 55 cm
			Media	La formella presenta una superficie compresa tra l'area di un quadrato di lato 55 cm e uno di lato 105 cm
			Grande	La formella presenta una superficie maggiore di un quadrato di lato 105 cm
			Aiuola	La formella si estende in lunghezza
			Area verde stradale	Aree verdi non assimilabili a formelle che presentano un'estensione notevole (es. rotonde alberate, spartitraffico alberati, ecc.)
	Suolo disponibile	Valuta visivamente il suolo disponibile nelle immediate vicinanze dell'alberatura censita	Non visibile	La superficie di terreno visibile è nulla
			Insufficiente	La superficie di terreno visibile è insufficiente alla crescita della pianta
			Sufficiente	La superficie di terreno visibile è sufficiente alla crescita della pianta
			Abbondante	La superficie di terreno visibile è abbondante e permette la crescita della pianta
	Spontaneità	Valuta la spontaneità della crescita dell'alberatura	Si	La specie non è piantata all'interno di una formella, presenta caratteri spontanei (crescita sul ciglio della strada, capacità di colonizzazione di ambienti ostici)
			No	La specie è piantata in una formella

Tabella 51. Informazioni raccolte relativamente alla tassonomia e ai parametri dendrometrici della vegetazione e identificativi dell'attività di censimento

Gruppo	Parametro rilevato	Descrizione
Tassonomia	Nome comune	Nome comune con il quale viene riconosciuta la specie
	Genere	Genere dell'alberatura
	Specie	Specie dell'alberatura
	Varietà	Varietà dell'alberatura (se riconoscibile)
Parametri dendrometrici	Circonferenza a 1,3m	Misurazione rigorosa della circonferenza a 1,3 m dal suolo effettuata mediante nastro flessibile della lunghezza di 150 cm
	Altezza totale	Stima dell'altezza totale con l'ausilio di strumenti laser
	Altezza di inserzione della chioma	Stima dell'altezza di inserzione della chioma con l'ausilio di strumenti laser
	Diametro chioma	Stima visiva del diametro della chioma
	Salute della chioma	Stima visiva della percentuale di chioma mancante rispetto al totale della chioma tramite classi a intervalli regolari di 10, fino a 90
Identificazione	Strada	Luogo in cui viene censita l'alberatura (via, piazza, largo, ecc)
	Data del rilievo	Data in cui viene censita l'alberatura (GG/MM/AAAA)
	Codice univoco identificativo	Codice univoco identificativo della singola alberatura
	Note	Eventuali descrizioni o considerazioni relative all'alberatura

Il censimento ha permesso di raccogliere informazioni georeferenziate su 7.438 formelle presenti lungo l'infrastruttura viaria dell'area di studio, successivamente sincronizzate e importate in QGIS per condurre analisi spaziali di dettaglio. La mappa in Figura 71 mostra la tematizzazione di una sezione dell'area censita sulla base del parametro "Stato della pianta", permettendo l'identificazione di zone critiche sulle quali intervenire con la messa a dimora di nuove alberature, oppure con la sostituzione dei popolamenti senescenti e delle formelle non adatte alla crescita delle alberature che, complessivamente, rappresentano il 46% del totale censito. In particolare, sono state rilevate oltre 500 formelle libere, più di 450 con piante morte e ulteriori 24 formelle con la presenza di ceppaie (Tabella 52). Inoltre, la caratterizzazione in termini di disponibilità di suolo ha evidenziato la necessità di intervenire su oltre il 40% delle formelle con presenza di piante vive per ripristinare condizioni di suolo ottimali in grado di garantire una crescita adeguata dei popolamenti stradali.

Tabella 52. Numero di formelle censite in valore assoluto e in percentuale, suddivise in base alla presenza o assenza degli alberi e al loro stato

Stato della pianta (n°)				Condizione della formella (%)	
Piante vive	Formelle libere	Piante morte	Ceppaie	Da ripristinare	Condizioni ottimali
6.430	526	456	24	45,94	54,06

Figura 71. Rappresentazione delle formelle censite lungo l'infrastruttura viaria di una sezione dell'area di studio e classificazione in funzione della presenza e dello stato salute delle alberature

Ulteriori valutazioni hanno riguardato la diversità specifica della popolazione arborea stradale e la classificazione sulla base dei parametri dimensionali rilevati. L'analisi condotta sulle oltre 6.400 piante vive censite ha evidenziato la presenza di oltre 100 specie appartenenti a 71 generi differenti. La composizione specifica mostra che le dieci specie più rappresentative costituiscono complessivamente il 68%

del patrimonio arboreo censito, con valori di dominanza compresi tra il 3,42% per *Pyrus calleryana* e il 9,60% per *Platanus* × *hybrida*, quest'ultima identificata come specie dominante (Figura 72).

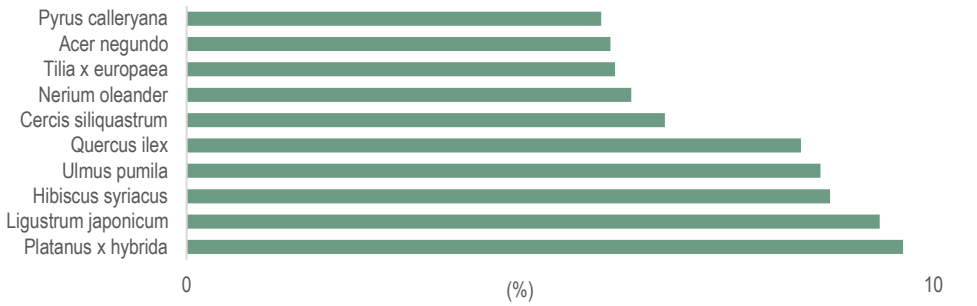


Figura 72. Il grafico mostra l'estensione delle dieci specie più rappresentative in termini percentuali rispetto al totale della popolazione arborea censita

Osservando i dati raccolti sulle caratteristiche dimensionali degli individui arborei censiti, emerge che più di un terzo delle piante vive ha un'altezza compresa tra 1 e 5 metri e diametri del fusto che non superano i 10 cm; la metà rientra nella classe diametrica 10-50 cm e nel 46% dei casi, questi individui hanno un'altezza compresa tra i 5 e i 10 metri. Quelli che superano i 10 metri di altezza rappresentano solo un quarto del totale e solo 35 hanno diametri del fusto superiori a un metro (Figura 73).

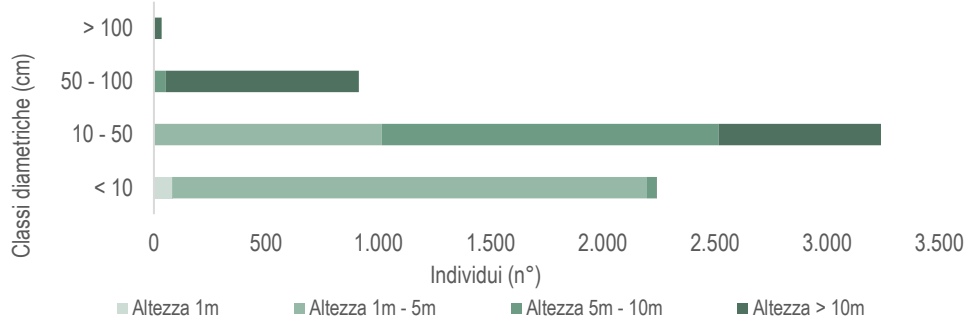


Figura 73. Il grafico mostra la numerosità degli individui censiti, suddivisi per classe diametrica e range di altezza

La metodologia di censimento proposta, sia in termini di strumenti utilizzati che di informazioni raccolte, può essere applicata in iniziative di mappatura partecipativa che valorizzano il contributo della popolazione residente, coinvolgendola attivamente nelle attività di cura e gestione delle alberature stradali e nell'aggiornamento dei dati. In questo senso, la replicabilità, l'aggiornamento temporale e la standardizzazione dei rilievi su campo sono elementi essenziali per la raccolta delle informazioni utili a valutare la resilienza delle specie arboree in ambiente urbano e monitorare la fornitura di servizi ecosistemici. Tuttavia, la sua realizzazione comporta un notevole impegno, limitandone l'applicabilità su aree estese. Nonostante ciò, il valore del censimento può estendersi oltre la scala locale: i dati raccolti costituiscono infatti un riferimento fondamentale per la validazione e la calibrazione dei modelli derivati da dati telerilevati, consentendo di verificarne l'affidabilità e di migliorarne le prestazioni. In questo modo, il censimento contribuisce in maniera determinante a garantire la qualità delle analisi su larga scala, supportando la valutazione di metriche urbanistiche, come quelle proposte dalla regola 3-30-300 che rappresenta uno degli sviluppi futuri di questo lavoro.

LE AREE BOSCATE

L'Organizzazione per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO, 2001) definisce la superficie forestale come territorio con copertura arborea superiore al 10% rispetto a un'estensione superiore a 0,5 ettari, dove gli alberi raggiungono un'altezza minima di 5 metri a maturità e una larghezza minima di 20 metri.
In Italia, il Testo Unico in materia di foreste e filiere forestali, TUFF (D.lgs. 34/2018) stabilisce che bosco è un'area di vegetazione arborea, naturale o artificiale, che può includere anche arbusti, con una superficie di almeno 2.000 metri quadri, una larghezza media di almeno 20 metri e una copertura arborea superiore al 20%. Per una sua gestione sostenibile del patrimonio boschivo italiano, particolarmente significativo per la sua estensione, biodiversità e stato di conservazione è cruciale ottenere informazioni dettagliate, anche a livello locale, sullo stato e sulle caratteristiche delle sue foreste. È inoltre essenziale monitorare i processi di riduzione ed espansione della superficie forestale, in quanto esercitano un impatto profondo sulle politiche per la salvaguardia delle risorse forestali e dei servizi ecosistemici (FAO,2020). Alla luce di queste premesse è evidente l'importanza delle risorse cartografiche per il monitoraggio forestale in Italia, come la Carta di Uso e Copertura del Suolo di ISPRA, la Carta dei Disturbi Forestali, e la Carta delle Aree di Espansione Forestale. Inoltre, l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC 2015) (Arma dei Carabinieri, CREA, 2021) e l'Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia (IUTI) forniscono dati dettagliati sullo stato delle foreste e sul carbonio immagazzinato. Il *Copernicus Land Monitoring Service* tramite la carta di copertura e uso del suolo *Global Land Cover* (GLC) e gli strati *Forest* degli *High Resolution Layer* (HRL), e la Carta Forestale Italiana (CFI2020) offrono ulteriori strumenti per la gestione sostenibile e la pianificazione delle risorse forestale forestali.
L'analisi della superficie forestale in Italia mostra che circa il 40% (circa 11.900.000 ettari) del territorio nazionale è coperto da foreste (Figura 74). Tuttavia, le stime variano tra 9,2 e 13,6 milioni di ettari a causa delle diverse metodologie e definizioni utilizzate per identificare la superficie forestale. Secondo la carta di copertura del suolo ISPRA, la superficie coperta da vegetazione arborea è di circa 13 milioni di ettari, in linea quindi con l'estensione forestale degli altri dati analizzati. La distribuzione regionale delle aree forestali, come indicato dai dati INFC 2015, evidenzia che la maggior parte delle foreste si trova sotto i 1.000 metri sul livello del mare, rappresentando il 73% della superficie forestale totale[35].

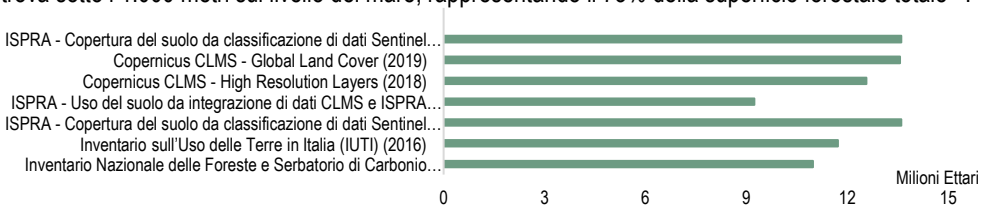


Figura 74. Superficie forestale identificata dai diversi strati informativi all'ultimo anno disponibile. Fonte: elaborazioni ISPRA

Un aspetto fondamentale del monitoraggio forestale è l'analisi dei fenomeni di espansione e riduzione della superficie forestale, la quale fornisce dati fondamentali sui cambiamenti nella copertura boschiva, che a loro volta influenzano le strategie e le politiche di conservazione e gestione delle risorse forestali. Queste informazioni aiutano a definire le linee guida per le politiche di gestione sostenibile, promuovendo al contempo la biodiversità e la salute degli ecosistemi. Alla luce di questo è necessario analizzare i disturbi forestali, ad esempio incendi, tempeste o tagli boschivi, ossia quegli eventi che con il loro verificarsi modificano la struttura e la composizione dell'ambiente forestale, portando anche alla

[35] Per maggiori dettagli sulla distribuzione delle aree forestali distinte per regioni si rimanda all'edizione 2023 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici".

perdita degli individui. Dall'analisi dei dati è emerso che il 12,4% dei disturbi è dovuto ad aree incendiate, mentre l'87,4% è causato da altri eventi; quest'ultimo dato è stato ulteriormente verificato e ha mostrato che più della metà delle aree individuate sono soggette a taglio (De Fioravante *et al.*, 2021). Dal censimento delle aree incendiate risulta che tra il 2004 e il 2020 circa 660.000 ettari sono stati interessati da incendi, con i valori più alti raggiunti nel 2007 e nel 2017 con più di 100.000 ettari contro una superficie media annuale di circa 40.000 ettari. Una stima più specifica dei disturbi e delle loro cause è stata calcolata per il 2018, in cui sono stati individuati complessivamente 57.717 ettari di disturbi forestali, classificate in tagliate a raso (46.604 ettari), incendi (11.002 ettari) e danni da vento (110 ettari). La riduzione della superficie forestale è stata quantificata utilizzando i dati IUTI, HRL GLC e della carta di uso del suolo ISPRA, che, a differenza dei dati INFC, che confronta le superfici boschive al 2005 e al 2015, e alla carta di espansione forestale, che individua invece solo le aree di espansione, permettono di individuare i passaggi di classe di copertura, individuando quindi anche la perdita di superficie forestale. Si può notare che i risultati di IUTI e HRL hanno un valore annuale di decrescita a livello nazionale simile (circa 12-14.000 ettari), mentre a causa della risoluzione spaziale inferiore (100x100 m) il tasso annuale di decrescita della carta GLC è circa 6.000 ettari e quello della carta di uso del suolo ISPRA è 2.367 ettari. I dati analizzati a scala nazionale (Tabella 53) mostrano in generale una tendenza complessiva all'espansione forestale, in particolare per i dati che analizzano le dinamiche forestali su un periodo più lungo (IUTI, INFC, carta di espansione forestale). Una tendenza opposta si registra per i dati che si riferiscono a un periodo di analisi breve in cui non sono rilevabili i processi di accrescimento forestale naturale (HRL, GLC, carta dell'uso del suolo ISPRA).

Tabella 53. Confronto a scala nazionale tra i dati dei cambiamenti e dei disturbi forestali

Fonte (con primo e ultimo anno considerato)	Copertura arborea/ forestale						
	Superficie[36]	Espansione[37]		Riduzione		Disturbi	
	(ha)	(ha)	(ha/anno)	(ha)	(ha/anno)	(ha)	(ha/anno)
Uso suolo ISPRA (2012-2021)	9.238.783	8.549	949	21.303	2.367	-	-
Copertura del suolo ISPRA (2012-2021)	13.382.077	10.555	1.759	37.066	6.177	-	-
HRL (2015-2018)	12.576.461	3.461	1.154	43.559	14.519	-	-
IUTI (1990-2016)	11.732.622	1.334.398	43.176	399.453	12.525	-	12.525
Carta espansione forestale (1985-2019) (Cavalli *et al.*, 2022)	ND	2.801.050	82.384	ND	-	ND	-
INFC (2005-2015)	11.054.458	586.925	58.693	ND	-	ND	-
GLC (2015-2019)	13.571.531	8.500	2.125	27.000	6.750	-	-
Carta Sentinel 1-2 (2017-2018)	13.614.082	ND	-	89.596	89.596	-	-
Censimento aree incendiate (2004-2020)	ND	ND	-	-	-	676.254	42.266
Carta disturbi forestali (1985-2019), 30 m (Francini *et al.* 2022)	ND	ND	-	-	-	-	261.733 (1985) - 27.923 (2014)
Carta disturbi forestali (2023) 10 m (Francini et al. 2022)	ND	ND	-	-	-	57.717	57.717

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati vari

[36] La superficie fa riferimento all'ultimo anno disponibile per ogni fonte.
[37] Le variazioni (in espansione o in riduzione) fanno riferimento al periodo tra il primo e l'ultimo anno disponibili per ogni fonte.

CAUSE DEL CONSUMO DI SUOLO

LE NUOVE COPERTURE ARTIFICIALI

Tra il 2006 e il 2024 in Italia sono stati consumati 1.409 km^2 di suolo naturale o seminaturale (1.359 km^2 al netto dei ripristini) a causa dell'espansione urbana e delle sue trasformazioni collaterali (Tabella 54), con una tendenza altalenante negli ultimi sei anni che ha subito un deciso aumento nell'ultima annualità (+1.457 ettari) rispetto al periodo di rilevazione 2022-2023; questi dati obbligano a una riflessione circa l'efficacia delle misure intraprese per il contenimento di questo fenomeno e sull'urgenza di un quadro normativo di riferimento che riesca a porre freno in maniera decisa alla grave e prolungata perdita di suoli naturali. Dai numeri si rileva che la densità del consumo di suolo netto in questi anni ha portato a consumare, per ogni ettaro del nostro territorio, 46,83 m^2 di suolo, con una media annuale che è stata di 2,46 m^2/ha (cfr. § *Il consumo di suolo in Italia*).

Tabella 54. Consumo di suolo tra il 2006 e il 2024

2006-2024	
Consumo di suolo (km^2)	1.409
Consumo di suolo permanente (km^2)	492
Densità del consumo di suolo (m^2/ha)	46,83
Densità del consumo di suolo netto (m^2/ha)	45,15
Densità media annuale del consumo di suolo (m^2/ha)	2,46
Densità media annuale del consumo di suolo netto (m^2/ha)	2,38

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 55. Classi di consumo di suolo tra il 2006 e il 2024

Sistema di classificazione del consumo di suolo		Consumo di suolo 2006-2024 (ha)	Ripartizione consumo di suolo per classe 2006-2024 (%)
1	**Consumo di suolo**	**140.909**	**100,0**
1xx	**(non classificato)**	**28.867**	**20,5**
11	**Consumo di suolo permanente**	**49.234**	**34,9**
111	Edifici, fabbricati	22.644	16,1
112	Strade pavimentate	10.538	7,5
113	Sede ferroviaria	282	0,2
114	Aeroporti	171	0,1
115	Porti	59	0,0
116	Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate	12.017	8,5
117	Serre permanenti pavimentate	175	0,1
118	Discariche	913	0,6
11x	(altro consumo permanente non classificato)	2.435	1,7
12	**Consumo di suolo reversibile**	**62.808**	**44,6**
121	Strade non pavimentate	1.777	1,3
122	Cantieri e altre aree in terra battuta (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, depositi permanenti di materiale, etc.)	34.505	24,5
123	Aree estrattive non rinaturalizzate	6.965	4,9
124	Cave in falda	621	0,4
125	Impianti fotovoltaici terra	17.573	12,5
126	Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali	262	0,2
12x	(altro consumo reversibile non classificato)	1.105	0,8

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Analizzando le singole classi sul periodo 2006-2024 (Tabella 55; Tabella 56), il consumo permanente rappresenta il 34,9% del totale, con una prevalenza di edifici (16,1%, classe 111), seguiti da strade e

piazzali in asfalto e cemento (classi 112 e 116), che nel complesso raggiungono circa 22.500 ha di nuovo consumo (16% del totale). I pannelli fotovoltaici a terra (+176 km^2), se si escludono le nuove aree di cantiere (classe 122) che rappresentano generalmente situazioni in evoluzione, rappresentano una porzione importante del nuovo suolo consumato reversibile, seppure con impatti diversi a seconda del tipo di impianto (cfr. § *Impianti fotovoltaici*).

Tabella 56. Matrice dei cambiamenti (in ettari) 2006-2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

		2024																		
		1	11	111	112	113	114	115	116	117	118	12	121	122	123	124	125	126	2	Totale
2006	1		110	1.546	1.173	38	96	13	2.026	6	29	15	227	1.433	1.240	322	480	65	278	9.098
	11			10	5				11			6		11			1		21	64
	111	4	1		43		2		230	14		5	3	254	4		14	2	135	710
	112	3	2	16		1			45			1	31	69	2				92	261
	113	3		9	1				7					22					6	49
	114			1															1	2
	115			4					2					3					0	9
	116	2		155	7					4			1	176	2		50		84	481
	117								2					1					14	18
	118				1				6				1	9	1		6		15	38
	12		5	11	9				14				4	20	1	4			84	153
	121	1		2	199				9			1		15	2	1			58	286
	122	15	8	826	777	15		17	1.465	3	45	10	16		30	4	171	17	2.631	6.051
	123			17	10				27		15		1	52		42	4		1.497	1.666
	124			1										4	8		1		82	97
	125													5					11	17
	126	1		5	1				10			3		15	1				25	62
	2	28.867	2.435	22.644	10.538	282	171	59	12.017	175	913	1.105	1.777	34.505	6.965	621	17.573	262		140.909
	Totale	28.897	2.560	25.248	12.764	337	269	89	15.872	202	1.002	1.145	2.061	36.596	8.255	994	18.300	346	5.034	

1. Consumo di suolo non classificato; 11. Consumo di suolo permanente non classificato al terzo livello; 111. Edifici, fabbricati; 112. Strade pavimentate; 113. Sede ferroviaria; 114. Aeroporti (piste e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate); 115. Porti (banchine e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate; 116. Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate (Piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi); 117. Serre permanenti pavimentate; 118. Discariche; 12. Consumo di suolo reversibile non classificato al terzo livello; 121. Strade non pavimentate; 122. Cantieri e altre aree in terra battuta (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, depositi permanenti di materiale); 123. Aree estrattive non rinaturalizzate; 124. Cave in falda; 125. Impianti fotovoltaici a terra; 126. Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali del suolo; 2. Suolo non consumato.
I valori riferiti ai cambiamenti al di sotto della soglia di 0,5 ha non appaiono nella matrice ma concorrono nei conteggi per i totali di classe.
Con sfondo e bordo grigio vengono evidenziate le superfici dove è avvenuta una nuova impermeabilizzazione del suolo.
Con bordo e sfondo rosso vengono evidenziate le superfici dove è avvenuto nuovo consumo di suolo permanente, con sfondo e carattere arancione consumo di suolo reversibile. Con sfondo e bordo verde scuro vengono evidenziate le superfici dove è avvenuto un ripristino o una rinaturalizzazione.

L'analisi del consumo di suolo dell'ultimo anno per tipologia (Figura 75) conferma che le aree destinate a nuovi cantieri (4.678 ettari) rappresentano la componente prevalente del consumo di suolo annuale, anche se in misura inferiore rispetto agli ultimi anni. In questo caso deve essere, tuttavia, considerato che si tratta di aree generalmente in transizione che saranno in gran parte convertite, negli anni successivi, in aree a copertura artificiale permanente (come edifici e infrastrutture) e, in misura minore, saranno ripristinate. Tra le altre classi, la crescita degli edifici nel 2024 è stata pari a 623 ettari, degli impianti fotovoltaici a terra di 1.702 ettari, delle aree estrattive di 436 ettari, delle infrastrutture di 351 ettari, di altre coperture artificiali come piazzali, cortili, campi sportivi o discariche di 581 ettari.

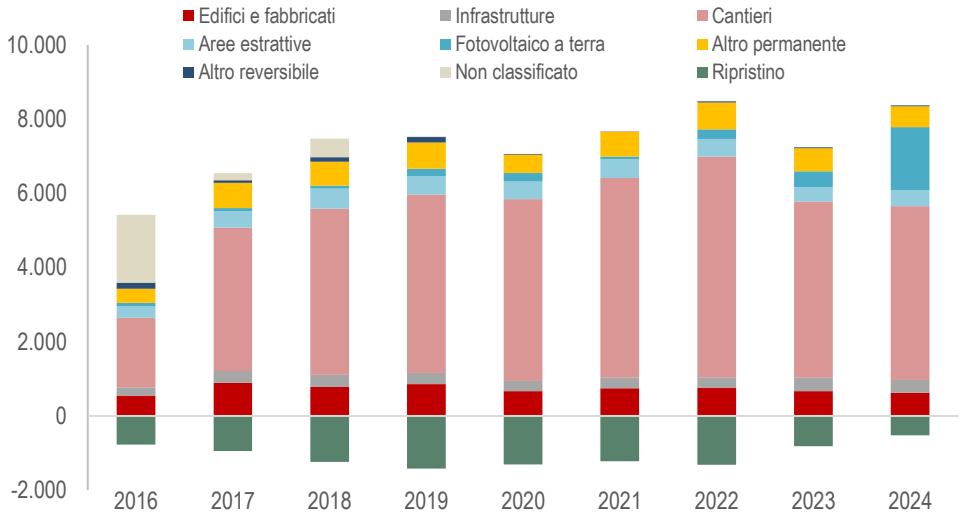


Figura 75. Consumo di suolo annuale per tipologia (variazioni in ettari annue del suolo consumato). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Approfondendo l'analisi delle classi di consumo 2006-2024 più rappresentative (edifici, strade, altre aree impermeabilizzate e cantieri), il fenomeno mostra un andamento comune nelle aree urbane più grandi, dove le altre aree impermeabili, come piazzali e parcheggi, superano la media nazionale (Figura 76).

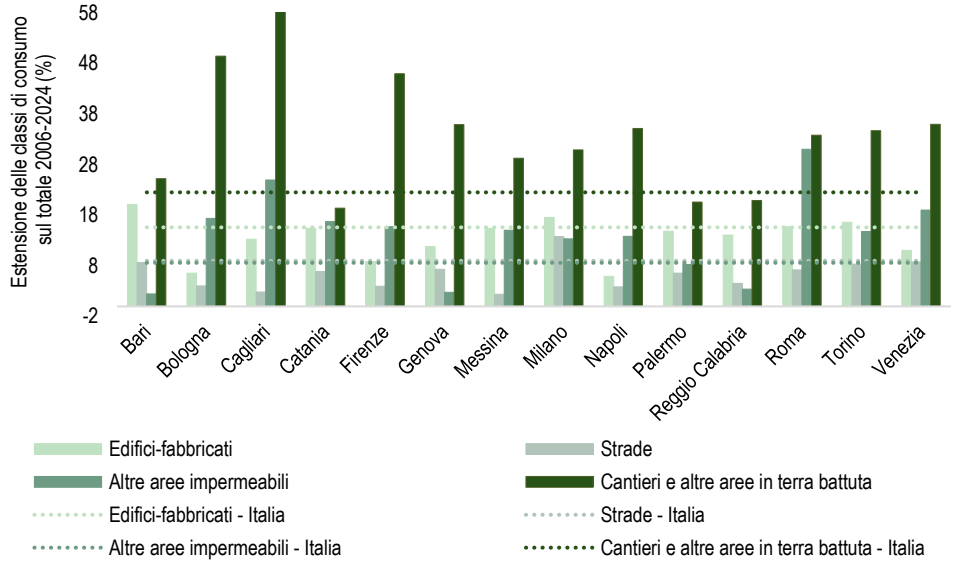


Figura 76. Distribuzione percentuale delle principali classi di consumo di suolo, per il periodo 2006-2023, nelle principali città italiane. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Prendendo in considerazione le principali città italiane (comuni capoluogo delle città metropolitane), la percentuale, rispetto al totale del consumo 2006-2024, dei nuovi cantieri e dei nuovi parcheggi o piazzali impermeabilizzati, risulta complessivamente superiore alla media nazionale, evidenziando il maggiore dinamismo di queste aree, mentre le nuove strade rimangono sotto la media, con la sola eccezione di Milano.
Considerando il rapporto tra i nuovi edifici e la somma delle altre due tipologie di cambiamenti più frequenti (nuovi cantieri, classe 122, e nuovi parcheggi o piazzali impermeabilizzati, classe 116), a livello nazionale gli edifici hanno un'estensione che è circa la metà di quella delle aree occupate da nuovi cantieri e da altre aree impermeabilizzate. Solo in poco meno di un quarto dei comuni (il 24%), gli edifici occupano più superficie delle altre due classi, mentre, nelle città principali, gli edifici sono in un rapporto 1:3 rispetto alle classi 116 e 122, inferiore alla media nazionale. Alcune città presentano valori molto bassi con gli edifici che in alcuni casi occupano il 10% dello spazio occupato da cantieri e parcheggi o piazzali. Analizzando i dati del comune di Roma, il cui valore del rapporto è pari a 0,24, si può evidenziare una situazione in cui le percentuali dei nuovi edifici e delle nuove strade sono in linea con quelle nazionali, mentre i valori relativi ai cantieri e alle altre aree impermeabilizzate sono entrambi superiori alla media italiana. In particolare, quest'ultima classe (rappresentata per esempio da parcheggi e piazzali) presenta un valore 3,6 volte superiore rispetto a quello medio nazionale.
Rispetto al monitoraggio dello scorso anno (Tabella 57), si rileva un lieve rialzo in termini di ettari di cambiamenti, un aumento del 3,5% della componente reversibile e una riduzione del 3,6% di quella permanente. Si tratta nella maggior parte dei casi di aree di cantiere (4.678 ettari), che rappresentano quasi il 56% dei cambiamenti totali e che sono destinati prevalentemente alla realizzazione di nuovi edifici e infrastrutture, dunque a divenire, in buona parte, nuovo consumo permanente in futuro. Nonostante la riduzione in termini percentuali delle nuove aree di cantiere, il nuovo consumo di suolo reversibile è stato trainato dalla costruzione di nuovi impianti fotovoltaici (classe 125) che hanno occupato circa 1.702 ettari di superfici naturali. Il consumo di suolo permanente è pari a 1.293 ettari, con una prevalenza della classe di edifici e fabbricati (+623 ettari). Interessante isolare le trasformazioni nell'ultimo anno dalla classe 122, principalmente dovute ad aree di cantiere: dei complessivi 1.664 ettari trasformati, 426 ettari sono stati ripristinati a suolo non consumato, mentre la maggior parte sono diventati altre aree impermeabili/pavimentate (507 ettari), edifici e fabbricati (415 ettari) e strade pavimentate (147 ettari).

Tabella 57. Flussi di consumo di suolo al II e III livello per i cambiamenti del 2022-2023 e 2023-2024

		2022-2023	2023-2024	Classi		2022-2023	2023-2024
Consumo di suolo permanente	(ha)	1.376	1.293	Edifici	(ha)	672	623
				Infrastrutture		80	114
				Altro		623	557
	(%)	19,0	15,4	Edifici	(%)	9,3	7,4
				Infrastrutture		1,1	1,4
				Altro		8,6	6,7
Consumo di suolo reversibile	(ha)	5.864	7.076	Cantieri	(ha)	4.745	4.678
				Altro		1.119	2.398
	(%)	81,0	84,5	Cantieri	(%)	65,5	55,9
				Altro		15,5	28,6

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 58. Matrice dei cambiamenti (in ettari) 2023-2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

2023 \ 2024	1	11	111	112	113	114	115	116	117	118	12	121	122	123	124	125	126	2	Totale
1													1						1
11																			
111								4					26			4		3	36
112			1					1					11					2	15
113													2						2
114																			
115																			
116			43										48			39		3	133
117																			
118																3			3
12																			
121				65				2					1					7	74
122			415	147	11		6	507	1			9		3		129	10	426	1.664
123								1							2	1		62	67
124																		8	8
125													5					8	13
126								1					4					1	5
2			623	94		20		542	6	9		236	4.678	394	42	1.702	24		8.370
Totale			1.082	305	11	20	6	1.057	7	9		245	4.776	397	44	1.878	34	520	

1. Consumo di suolo non classificato; 11. Consumo di suolo permanente non classificato al terzo livello; 111. Edifici, fabbricati; 112. Strade pavimentate; 113. Sede ferroviaria; 114. Aeroporti (piste e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate); 115. Porti (banchine e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate; 116. Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate (Piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi); 117. Serre permanenti pavimentate; 118. Discariche; 12. Consumo di suolo reversibile non classificato al terzo livello; 121. Strade non pavimentate; 122. Cantieri e altre aree in terra battuta (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, depositi permanenti di materiale); 123. Aree estrattive non rinaturalizzate; 124. Cave in falda; 125. Impianti fotovoltaici a terra; 126. Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali del suolo; 2. Suolo non consumato.
I valori riferiti ai cambiamenti al di sotto della soglia di 0,5 ha non appaiono nella matrice ma concorrono nei conteggi per i totali di classe.
Con sfondo e bordo grigio vengono evidenziate le superfici dove è avvenuta una nuova impermeabilizzazione del suolo.
Con bordo e sfondo rosso vengono evidenziate le superfici dove è avvenuto nuovo consumo di suolo permanente, con sfondo e carattere arancione consumo di suolo reversibile. Con sfondo e bordo verde scuro vengono evidenziate le superfici dove è avvenuto un ripristino o una rinaturalizzazione.

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Figura 77. "Vista panoramica dal monte Stoanamandl", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Corrado Ippoliti il 31 luglio 2014 in località Valles (BZ). Ritrae parte della vista panoramica interrotta dal cantiere per la costruzione di una seggiovia

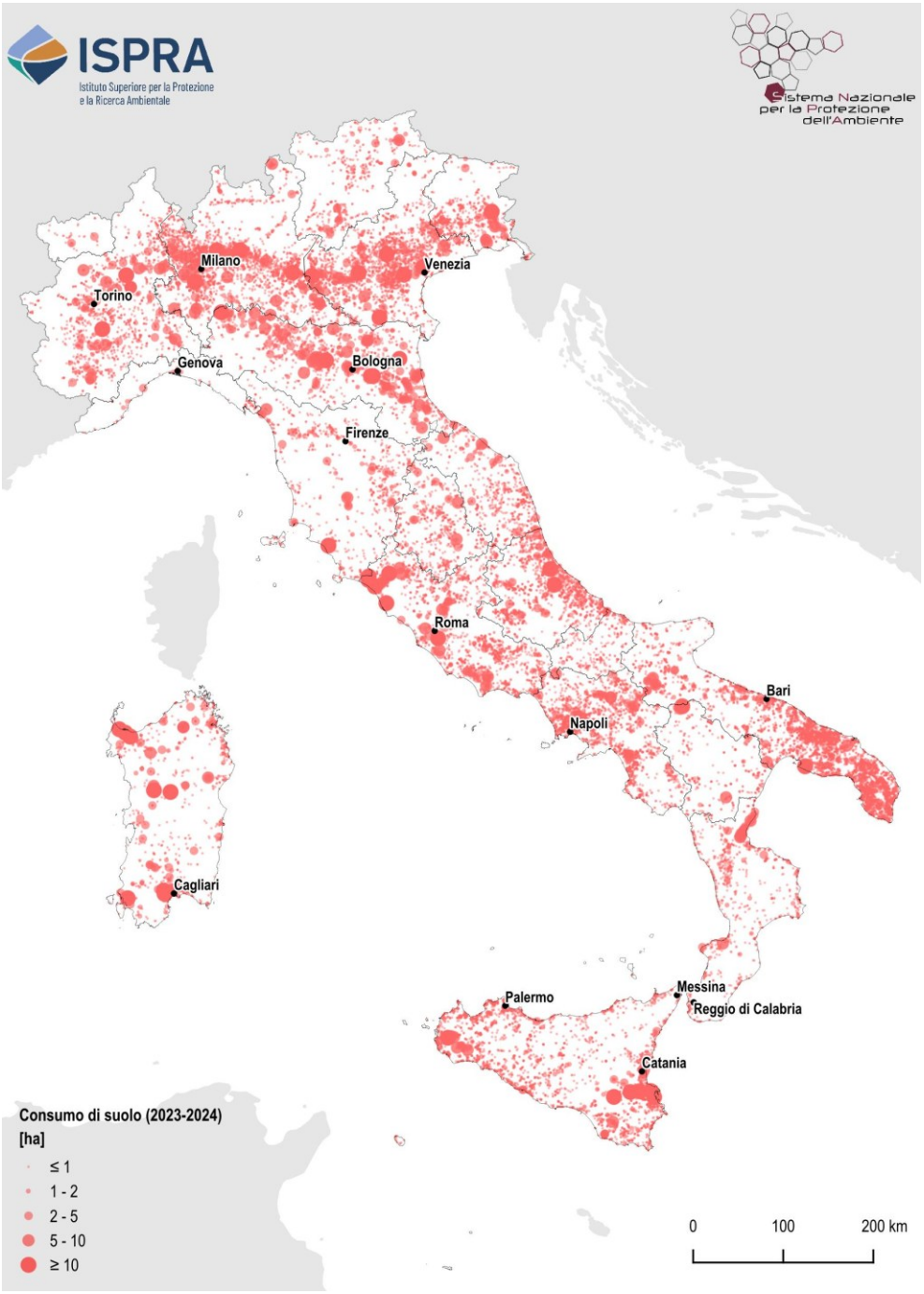


Figura 78. Localizzazione dei cambiamenti relativi al consumo di suolo rilevato tra il 2023 e il 2024. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

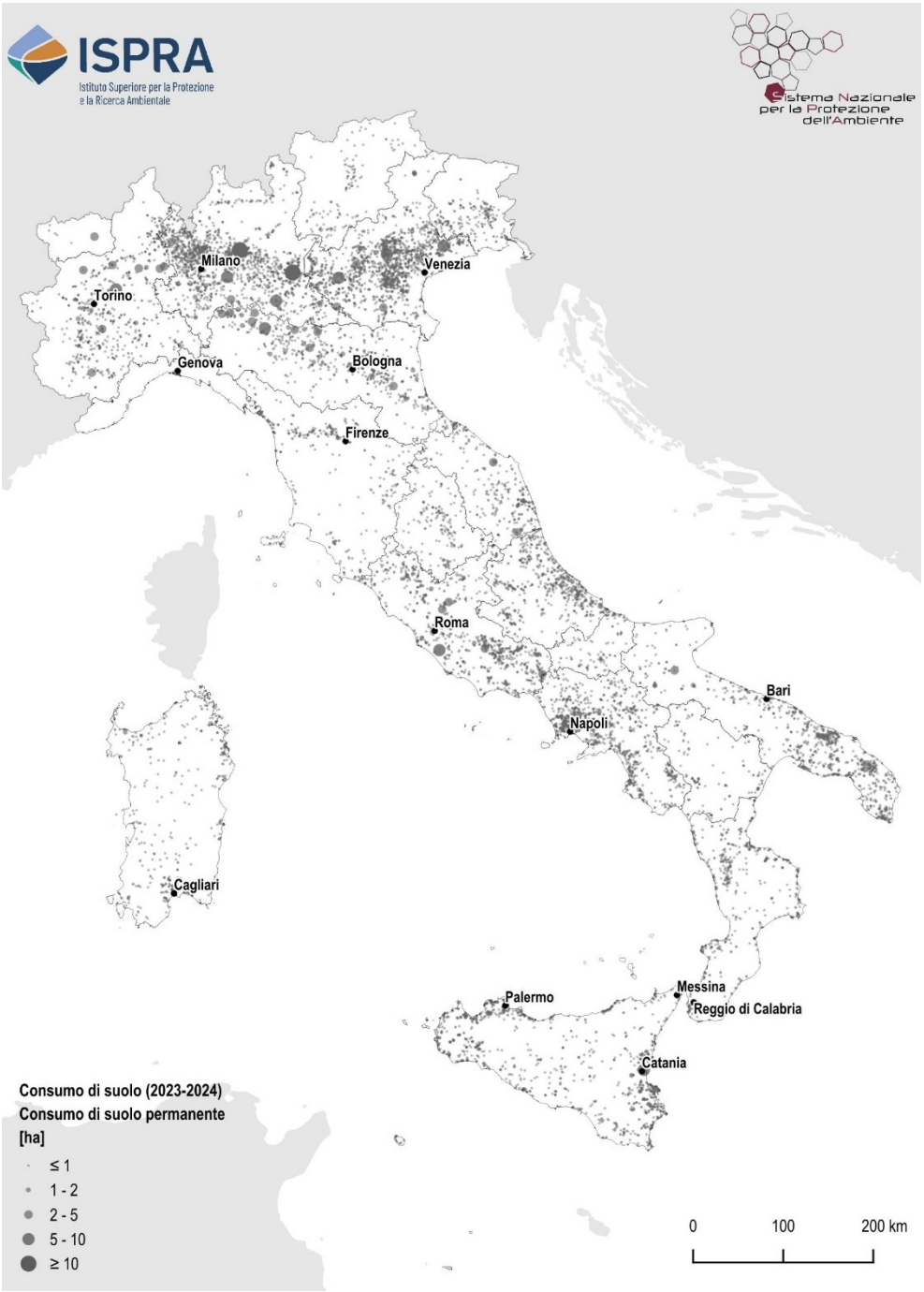


Figura 79. Localizzazione dei cambiamenti relativi al consumo di suolo permanente. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

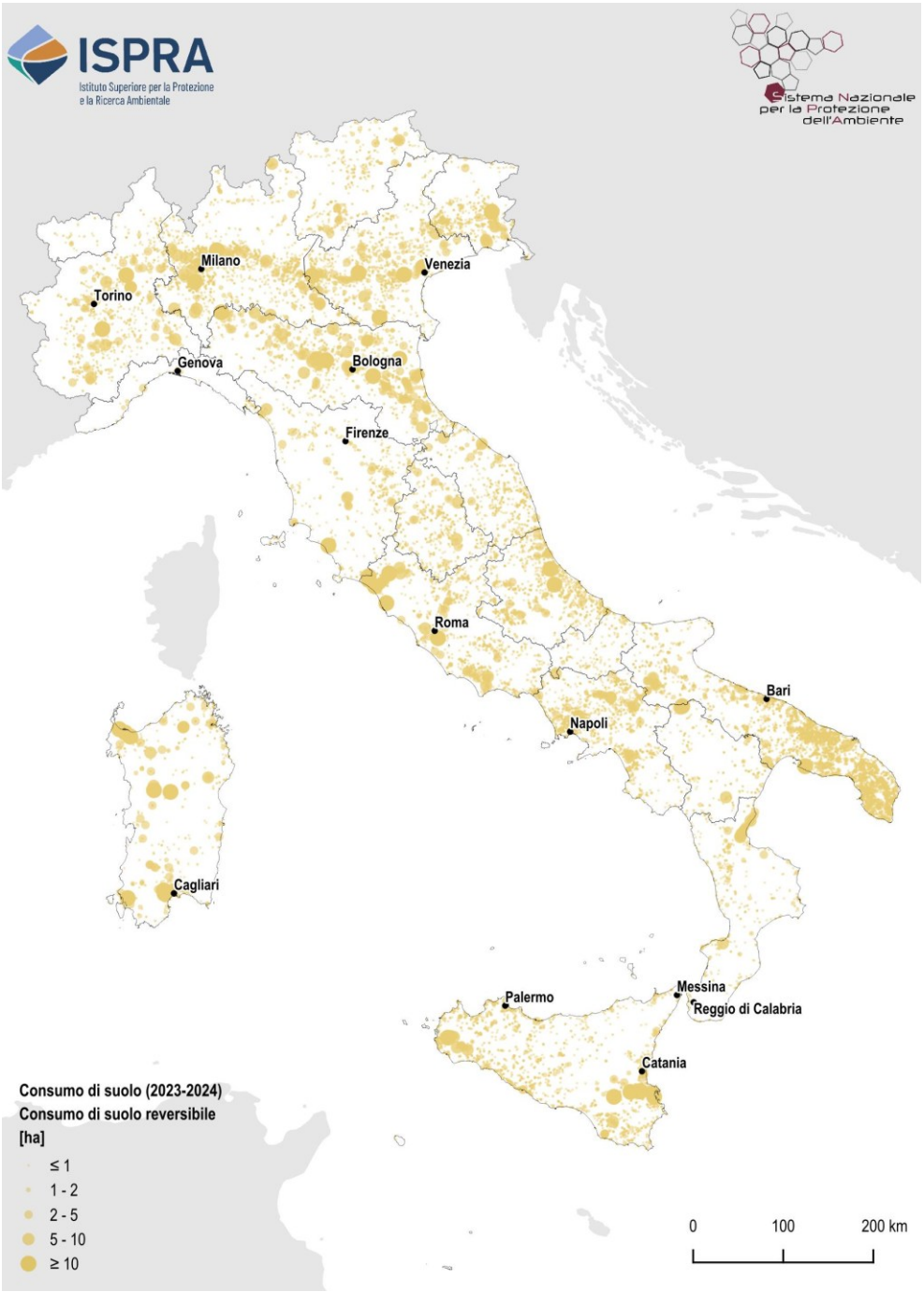


Figura 80. Localizzazione dei cambiamenti relativi al consumo di suolo reversibile. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

LE AREE EDIFICATE

Il consumo di suolo associato agli edifici

Le aree edificate comprendono tutte le superfici coperte da edifici e fabbricati identificate dalla classe 111 del sistema di monitoraggio nazionale del consumo di suolo.
Analizzando i dati della cartografia SNPA risultano circa 6.186 km^2 di aree edificate (un territorio più grande di tutta la Liguria), equivalente al 2,1% del territorio nazionale e circa il 29% dell'intero suolo consumato. Nell'ultimo anno, l'aumento netto delle aree edificate è stato di circa 623 ettari (Tabella 59). A livello regionale, la Lombardia presenta la massima superficie coperta da edifici (oltre 956 km^2 al 2024) e il secondo maggiore incremento di consumo di suolo ascrivibile a tale classe (+121,10 ettari tra 2023 e 2024), mentre il Veneto è la regione che fa registrare l'aumento più grande (+125,75 ettari). In quest'ultima regione gli edifici occupano la massima estensione in termini percentuali, sia rispetto alla superficie regionale (4,19%) che rispetto al totale del consumato regionale (34,63%).

Tabella 59. Suolo consumato 2024 e consumo di suolo netto 2023-2024 per aree edificate

Regione	Suolo consumato per edifici e fabbricati				Consumo di suolo per edifici e fabbricati (ha)
	(ha)	(% sulla superficie totale)	Pro capite (m^2/ab)	(% sul suolo consumato)	
Piemonte	57.423	2,26	135,06	33,55	55,11
Valle d'Aosta	1.334	0,41	108,54	18,91	0,39
Lombardia	95.619	4,01	95,50	32,84	121,10
Trentino-Alto Adige	9.555	0,70	88,25	24,28	9,46
Veneto	76.555	4,19	157,77	35,30	125,75
Friuli-Venezia Giulia	17.831	2,26	149,26	28,04	11,52
Liguria	10.211	1,89	67,66	25,84	2,21
Emilia-Romagna	59.382	2,65	133,38	29,43	71,81
Toscana	37.876	1,65	103,47	26,65	20,97
Umbria	10.303	1,22	120,77	23,13	7,75
Marche	17.425	1,87	117,52	26,75	13,42
Lazio	36.383	2,12	63,67	25,74	38,83
Abruzzo	13.582	1,26	106,98	24,97	11,36
Molise	3.426	0,77	118,47	19,56	2,29
Campania	44.568	3,28	79,67	30,94	36,61
Puglia	39.553	2,04	101,66	24,93	31,10
Basilicata	5.016	0,50	94,07	15,63	4,31
Calabria	18.363	1,22	99,88	23,87	12,96
Sicilia	45.091	1,76	93,99	26,77	33,81
Sardegna	19.100	0,79	121,62	23,35	11,86
Italia	**618.596**	**2,06**	**104,90**	**28,67**	**622,62**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Figura 81. "Cubone", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Marco Dinetti il 5 dicembre 2024 nel comune di Livorno. La foto ritrae il cantiere per la costruzione di un centro sportivo polivalente di oltre 1.600 m²

Il Veneto è la regione con i più alti valori di superficie edificata rapportata al numero di abitanti (158 m²/ab), mentre i valori più bassi si registrano in Lazio, Liguria e Campania, rispettivamente con 64, 68 e 80 m²/ab (Figura 82).

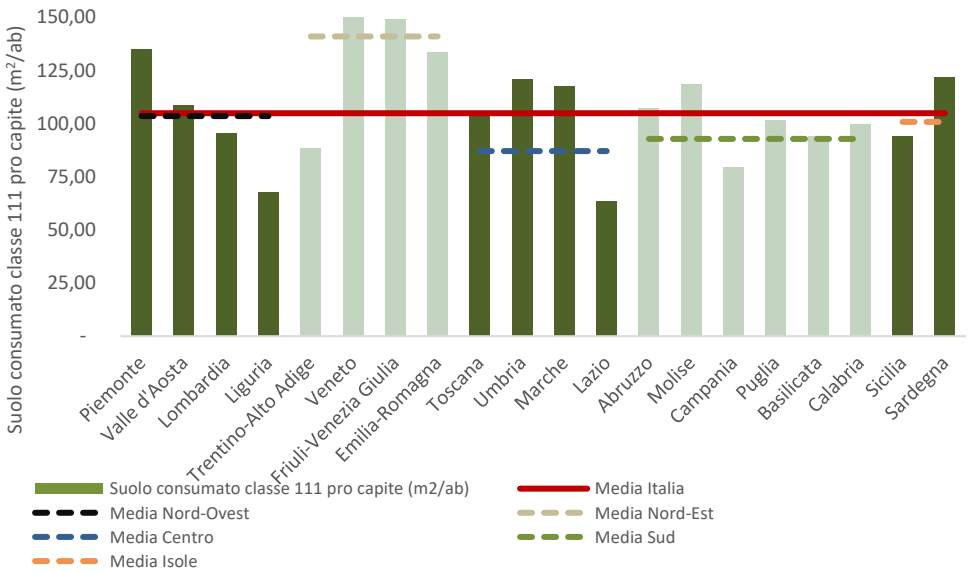


Figura 82. Suolo consumato pro capite (2024) per la classe degli edifici e fabbricati a livello regionale e di ripartizione geografica (m²/ab). In rosso la percentuale nazionale, in tratteggiato le medie per ripartizione. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

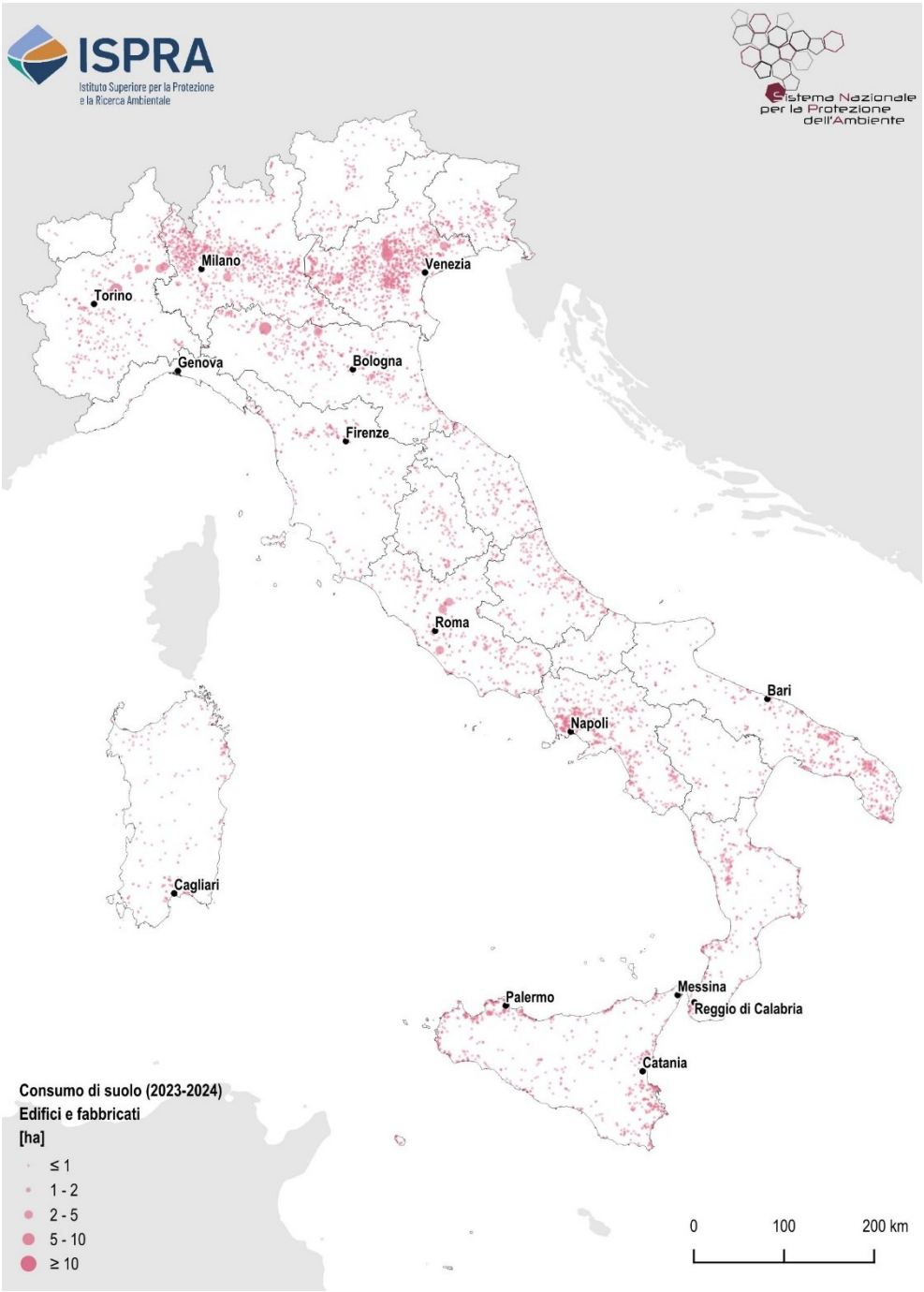


Figura 83. Localizzazione dei cambiamenti relativi al consumo di suolo per edifici e fabbricati. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Figura "Paesaggi interrotti", foto tratte dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattate da Claudio Pizzuto il 15 novembre 2021 (foto in alto) e il 25 settembre 2025 (foto in basso) nel comune di Sesto Fiorentino (FI). le due foto testimoniano la trasformazione di un'area naturale a causa della realizzazione di un'area commerciale. Il Comitato per la tutela degli alberi di Sesto Fiorentino ha dato battaglia affinché i 5.000 m² e i 158 alberi dell'area Ginori insieme al museo delle porcellane Ginori fossero preservati

Gli edifici in aree a pericolosità

Il 36,3% (224.570 ettari) della superficie edificata nazionale ricade in aree a pericolosità sismica (Tabella 60); i valori più alti si raggiungono nelle Marche (dove l'intero territorio regionale è a pericolosità sismica, pari a 17.425 ettari) e in Calabria e Umbria (in entrambe la pericolosità sismica interessa oltre il 90% del territorio regionale, rispettivamente il 95% (17.418 ettari) e il 92% (9.493 ettari) degli edifici. Per quanto riguarda l'estensione delle aree edificate in zone a pericolosità sismica, Emilia-Romagna e Veneto sono le regioni in cui essa è maggiore (rispettivamente, 40.728 ettari e 28.506 ettari).
Il 9,2% della superficie edificata nazionale (57.107 ettari) ricade in area a pericolosità da frana (P4+P3+P2+P1+AA), con un massimo in Liguria (56,1%) e Valle d'Aosta (55,6%) dove oltre la metà degli edifici sono in aree a pericolosità da frana, mentre la Toscana è la regione con più ettari di superficie edificata esposta a frana (13.636 ettari, il 36% delle aree edificate della regione).
Il 12,8% delle aree edificate (79.087 ettari) ricade in aree a pericolosità idraulica media, con un massimo del 62,8% (37.277 ettari) in Emilia-Romagna.

Tabella 60. Distribuzione degli edifici (2024), a livello regionale, in ettari e percentuali, all'interno di aree a pericolosità sismica, a pericolosità da frana e a pericolosità idraulica (classe media)

Regioni	Pericolosità sismica		Pericolosità da frana		Pericolosità idraulica media	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Piemonte	1	0,00	2.199	3,83	2.876	5,01
Valle d'Aosta	-	-	742	55,61	118	8,81
Lombardia	3.998	4,18	3.308	3,46	4.495	4,70
Trentino-Alto Adige	127	1,33	1.209	12,65	1.714	17,94
Veneto	28.506	37,24	349	0,46	7.551	9,86
Friuli-Venezia Giulia	12.770	71,62	101	0,56	1.925	10,80
Liguria	474	4,64	5.724	56,06	1.519	14,87
Emilia-Romagna	40.728	68,59	3.446	5,80	37.277	62,78
Toscana	7.343	19,39	13.636	36,00	9.044	23,88
Umbria	9.493	92,14	1.845	17,91	640	6,21
Marche	17.425	100,00	808	4,63	1.051	6,03
Lazio	12.363	33,98	2.023	5,56	1.454	4,00
Abruzzo	9.886	72,79	816	6,01	818	6,02
Molise	2.846	83,05	359	10,48	168	4,90
Campania	25.077	56,27	11.428	25,64	2.504	5,62
Puglia	5.855	14,80	1.290	3,26	1.310	3,31
Basilicata	3.364	67,06	729	14,54	78	1,56
Calabria	17.418	94,86	902	4,91	2.056	11,19
Sicilia	26.895	59,65	2.210	4,90	1.304	2,89
Sardegna	-	-	3.985	20,87	1.187	6,21
Italia	**224.570**	**36,30**	**57.108**	**9,23**	**79.087**	**12,78**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Gli edifici rispetto alle tipologie di tessuto urbano

Analizzando la distribuzione degli edifici rispetto alle quattro diverse tipologie di tessuto urbano (cfr. § *Il consumo di suolo all'interno delle aree urbane*), più di due terzi degli edifici ricadono in aree urbane a media densità (2.141 km^2, pari al 34,6%) e ad alta densità (2.022 km^2, pari al 32,7%); il 27,4% degli edifici (1.698 km^2) è in zone rurali, malgrado la classe occupi circa il 90% del territorio nazionale. Le zone ad alta densità di consumato e bassa densità di popolazione (assimilabili a zone produttive), pur interessando solo lo 0,5% della superficie italiana, ospitano il 5,2% degli edifici (325 km^2; Tabella 61). La Lombardia ha la maggiore estensione di superficie coperta da edifici sia nelle zone urbane ad alta densità (circa 417 km^2, un quinto di tutti gli edifici che ricadono nella fascia) che in quelle a media densità (circa 338 km^2). Lombardia e Veneto (328 km^2) hanno circa il 31% di tutti gli edifici che ricadono nelle zone a media densità. Le stesse due Regioni hanno la superficie coperta da edifici più estesa

anche nelle zone produttive, il Veneto con circa 54 km^2 (il 7% di tutti gli edifici regionali) e la Lombardia con circa 45 km^2 (4,7% di tutti gli edifici regionali). La regione con la percentuale più alta di edifici ricadenti in aree produttive è il Friuli-Venezia Giulia (8,7%) La maggiore superficie coperta da edifici in zone rurali si rileva in Emilia-Romagna ed è di oltre 212 km^2, mentre la percentuale più alta di edifici ricadenti in aree rurali si registra in Molise (43,1%).
Le differenze di dimensione delle diverse classi urbane a livello regionale genera una distribuzione molto eterogenea delle superfici edificate (Figura 84). In alcune regioni è possibile notare percentuali decrescenti di presenza di edifici man mano che si passa dalla classe 1 alla 4 (Lombardia, Campania, Sardegna), mentre in altre la presenza di edifici è maggiore nelle classi rurali e si abbassa passando alle zone urbane mediamente dense e poi a quelle con densità alta (Piemonte, Emilia-Romagna, Marche, Molise, Basilicata).

Tabella 61. Distribuzione degli edifici (2024), a livello regionale, in ettari e percentuali, all'interno di aree urbane ad alta densità (Classe 1), di aree urbane a media densità (Classe 2), nelle zone rurali (Classe 3) e in zone ad alta densità di suolo consumato e basse densità di popolazione (Classe 4)

Regioni	Edifici in Classe 1		Edifici in Classe 2		Edifici in Classe 3		Edifici in Classe 4	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Piemonte	14.605	25,43	19.655	34,23	20.029	34,88	3.133	5,46
Valle d'Aosta	235	17,61	615	46,12	454	34,02	30	2,25
Lombardia	41.720	43,63	33.778	35,33	15.592	16,31	4.529	4,74
Trentino-Alto Adige	2.077	21,74	4.627	48,42	2.534	26,52	317	3,31
Veneto	19.609	25,61	32.750	42,78	18.814	24,58	5.382	7,03
Friuli-Venezia Giulia	3.993	22,39	8.050	45,15	4.239	23,77	1.550	8,69
Liguria	3.766	36,88	4.011	39,28	2.360	23,11	75	0,73
Emilia-Romagna	17.209	28,98	16.738	28,19	21.158	35,63	4.278	7,20
Toscana	11.777	31,09	13.711	36,20	10.823	28,58	1.565	4,13
Umbria	1.901	18,46	3.953	38,37	3.925	38,10	523	5,08
Marche	3.995	22,93	5.632	32,32	6.653	38,18	1.145	6,57
Lazio	11.216	30,83	13.918	38,25	9.644	26,51	1.605	4,41
Abruzzo	3.235	23,82	4.969	36,58	4.544	33,46	834	6,14
Molise	507	14,81	1.333	38,91	1.478	43,14	108	3,14
Campania	18.745	42,06	14.866	33,36	9.366	21,02	1.590	3,57
Puglia	18.082	45,72	6.772	17,12	11.997	30,33	2.701	6,83
Basilicata	1.059	21,11	1.814	36,15	1.878	37,43	266	5,30
Calabria	4.831	26,31	8.042	43,80	5.120	27,88	370	2,02
Sicilia	17.553	38,93	12.787	28,36	13.198	29,27	1.552	3,44
Sardegna	6.125	32,07	6.091	31,89	5.982	31,32	901	4,72
Italia	**202.241**	**32,69**	**214.111**	**34,61**	**169.789**	**27,45**	**32.454**	**5,25**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

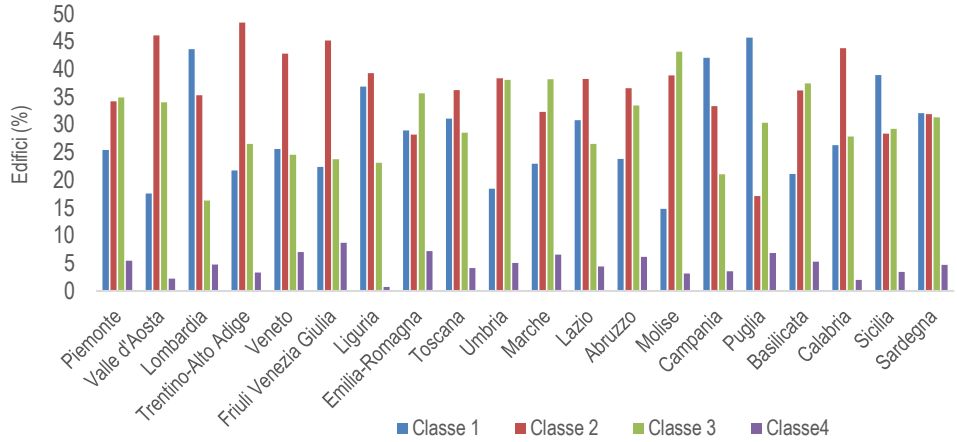


Figura 84. Distribuzione della percentuale di edifici (2024), a livello regionale, all'interno di aree urbane ad alta densità (Classe 1), di aree urbane a media densità (Classe 2), nelle zone rurali (Classe 3) e in zone ad alta densità di suolo consumato e basse densità di popolazione (Classe 4). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

L'epoca di costruzione prevalente degli edifici

L'epoca di costruzione prevalente degli edifici residenziali[38] può essere analizzata dal censimento Istat del 2011, che riporta le date di realizzazione dei gruppi di edifici suddivisi in 9 classi. A ciascuna sezione è stata associata un'epoca prevalente[39] sulla base degli edifici residenziali censiti e rispetto ad esse è stata valutata la distribuzione spaziale dei nuovi edifici sorti tra 2023 e 2024. A livello nazionale, gli edifici realizzati nell'ultimo anno si concentrano in aree realizzate in media nel ventennio 1961–1980, dove si colloca circa il 48% delle nuove costruzioni in termini di superficie (Figura 86). In termini di densità delle trasformazioni, i valori più elevati si rilevano nelle aree urbanizzate più recenti (dopo il 2005), dove raggiungono i valori massimi di densità sia il consumo di suolo complessivo (con un picco di 11,5 m^2/ha), che la componente dovuta all'edilizia (3,0 m^2/ha).

[38] L'edificio residenziale è inteso da Istat come: "edificio progettato, costruito ed utilizzato solo a fini abitativi: case unifamiliari, ville, villette, case a schiera, palazzine in complessi residenziali, condomini o palazzine con negozi (o sedi di attività economiche in genere) a piano strada, oppure, se progettato e costruito non a fini abitativi, nel corso del tempo ha subito una variazione d'uso diventandolo".

[39] Per evitare di considerare sezioni non residenziali o con una bassa densità di edifici residenziali in cui l'epoca sarebbe determinata da pochi edifici, l'analisi si è limitata alle sezioni con densità maggiore di un edificio per ettaro.

Figura 85. Nuovi edifici di edilizia convenzionata in costruzione nel decimo municipio del comune di Roma

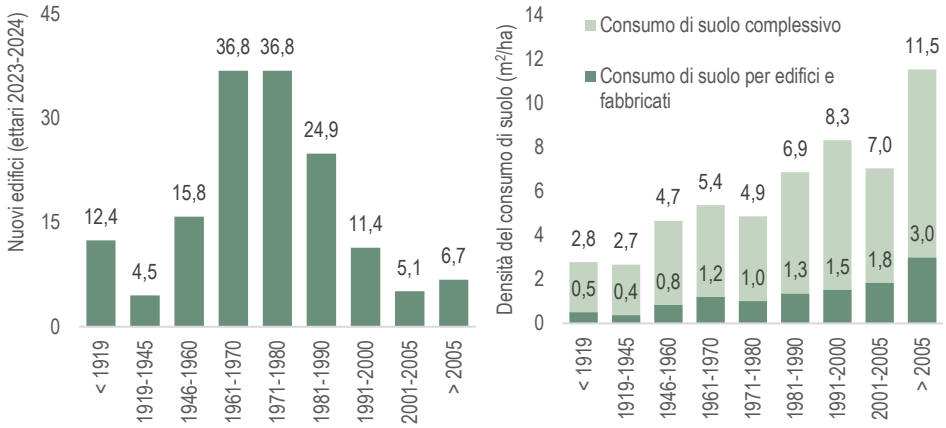


Figura 86. A sinistra il consumo di suolo annuale netto per nuovi edifici (2023-2024) rispetto all'epoca di costruzione degli edifici residenziali già esistenti nei dintorni. A destra la densità del consumo di suolo annuale totale e per edifici e fabbricati (2023-2024) rispetto all'epoca di costruzione degli edifici residenziali già esistenti nell'area. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Istat

IL CONSUMO DI SUOLO ALL'INTERNO DELLE AREE URBANE

Grado di artificializzazione e Indice Normalizzato del Consumo di Suolo in aree urbane

L'analisi del consumo di suolo registrato tra il 2006 e il 2024 (Tabella 62), rispetto alle classi del grado di artificializzazione (artificiale compatto, artificiale a media/bassa densità, artificiale assente o rado) (cfr. § *Le aree urbane*) mostra una tendenza del nuovo consumo di suolo a manifestarsi in termini di saturazione degli spazi liberi interclusi nelle aree già artificializzate, di addizione a nuclei consolidati o di dispersione nei contesti prevalentemente naturali. Oltre la metà del nuovo consumo di suolo (54%) avviene nelle aree suburbane e più di un terzo si concentra nelle aree rurali, mentre i processi di densificazione delle aree urbane compatte riguardano poco meno del 10% dei cambiamenti totali e si concentrano nelle regioni del Nord, in Toscana e in Campania. In tutte le regioni del Centro-Nord, del Nord e nelle regioni tirreniche, alle dinamiche di densificazione dei nuclei urbani consolidati si associa la diffusione di superfici artificiali in prossimità dei margini che tende ad alimentare lo sviluppo spaziale del tessuto insediativo, mentre nelle regioni del Sud, prevale la tendenza alla dispersione insediativa. L'Indice Normalizzato del Consumo di Suolo in aree urbane[40] (INCS; Cimini *et al.*, 2023) consente di comprendere le principali dinamiche insediative in termini di densificazione del tessuto urbano compatto e a media/bassa densità o dispersione insediativa nelle aree rurali (Tabella 62).

Tabella 62. Consumo di suolo netto e Indice Normalizzato del Consumo di Suolo (INCS) a livello regionale e nazionale tra il 2006 e il 2024 per densità delle coperture artificiali

Regione	Consumo di suolo netto per contesto prevalente (2006 – 2024)						Indice Normalizzato del Consumo di Suolo (2006 – 2024)		
	Area urbana		Area suburbana		Area rurale		Area urbana	Area suburbana	Area rurale
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)			
Piemonte	924	8,78	5.936	56,43	3.659	34,78	-0,82	0,13	-0,30
Valle d'Aosta	15	5,88	115	45,67	122	48,45	-0,88	-0,09	-0,03
Lombardia	2.577	15,95	10.245	63,40	3.339	20,66	-0,68	0,27	-0,59
Trentino-Alto Adige	156	7,88	1.254	63,19	574	28,93	-0,84	0,26	-0,42
Veneto	1.758	12,50	9.031	64,22	3.274	23,28	-0,75	0,28	-0,53
Friuli-Venezia Giulia	379	12,11	1.885	60,14	870	27,75	-0,76	0,20	-0,44
Liguria	107	12,25	636	72,78	131	14,97	-0,76	0,46	-0,70
Emilia-Romagna	1.340	10,06	7.549	56,71	4.422	33,22	-0,80	0,13	-0,34
Toscana	577	11,20	2.747	53,35	1.825	35,45	-0,78	0,07	-0,29
Umbria	174	6,17	1.635	57,84	1.017	35,99	-0,88	0,16	-0,28
Marche	258	5,97	1.958	45,32	2.104	48,71	-0,88	-0,09	-0,03
Lazio	598	5,83	5.439	52,97	4.231	41,20	-0,88	0,06	-0,18
Abruzzo	261	6,72	1.880	48,44	1.741	44,84	-0,87	-0,03	-0,10
Molise	30	3,51	339	39,57	487	56,92	-0,93	-0,21	0,14
Campania	1.183	13,43	5.085	57,72	2.542	28,85	-0,73	0,15	-0,42
Puglia	1.129	7,53	5.783	38,57	8.082	53,90	-0,85	-0,23	0,08
Basilicata	64	2,46	892	34,37	1.640	63,17	-0,95	-0,31	0,26
Calabria	284	5,63	2.616	51,87	2.143	42,49	-0,89	0,04	-0,15
Sicilia	873	7,52	5.927	51,07	4.806	41,41	-0,85	0,02	-0,17
Sardegna	209	4,00	2.092	40,05	2.923	55,95	-0,92	-0,20	0,12
Totale	**12.897**	**9,49**	**73.045**	**53,76**	**49.932**	**36,75**	**-0,81**	**0,08**	**-0,27**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

[40] I tre indicatori mettono in relazione la differenza tra il consumo di suolo registrato nella classe analizzata e negli altri contesti insediativi, con il consumo totale e possono assumere valori compresi tra -1 e 1; i valori più elevati indicano la tendenza a consumare suolo in aree urbane ($INCS_u$) e suburbane ($INCS_s$) per densificazione, e in aree rurali ($INCS_r$) per dispersione: $INCS_u = \frac{CS_u-(CS_s+CS_r)}{CS_t}$; $INCS_s = \frac{CS_s-(CS_u+CS_r)}{CS_t}$; $INCS_r = \frac{CS_r-(CS_u+CS_s)}{CS_t}$.
Dove: CS è il consumo di suolo tra 2006 e 2023 a livello nazionale in aree urbane (*u*), suburbane (*s*), rurali (*r*) e totale (*t*).

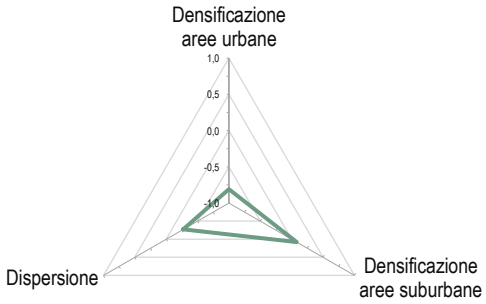


Figura 87. Tendenza alla densificazione e dispersione insediativa tra il 2006 e il 2024 a livello nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

A livello nazionale prevale la tendenza alla densificazione delle aree suburbane e alla dispersione insediativa nelle aree prevalentemente agricole e naturali. Sebbene l'indicatore assuma valori meno significativi nelle aree urbane, è utile osservare che al 2006 oltre tre quarti della classe risultavano già consumati, con un aumento di circa due punti percentuali al 2024, confermando la tendenza alla densificazione urbana e l'artificializzazione dei residui di naturalità rimasti interclusi nel tessuto insediativo consolidato.
A livello regionale, la Basilicata, il Molise e la Sardegna mostrano i valori massimi nelle aree prevalentemente agricole o naturali, anche a causa della composizione per lo più rurale del territorio regionale, con meno del 10% occupato da aree urbane e suburbane. La Liguria è la regione che mostra il valore più elevato dell'indicatore nelle aree suburbane, pari a 0,46, mentre la massima tendenza alla densificazione nell'urbano consolidato si osserva in Lombardia.

Grado di urbanizzazione

Le aree urbane, individuate dalle classi con alte e medie densità di popolazione e di suolo consumato (Classe 1 e Classe 2) mostrano valori simili di incremento, con densità più elevate rispetto alla media nazionale e superiori ai 7 m^2 per ogni ettaro di superficie. Per quanto riguarda la quantità di suolo consumato pro capite è la Classe 1 a far registrare il valore più basso, 130 m^2 per abitante.
L'analisi del consumo di suolo registrato nell'ultimo anno rispetto al grado di urbanizzazione (Tabella 63) mostra che, sebbene oltre la metà dei nuovi cambiamenti avvenga in zone rurali (che, comunque, occupano quasi il 90% del territorio nazionale), la massima densità di consumo di suolo si riscontra in aree già densamente edificate (classi 1 e 4); la classe 4, in particolare, risulta molto dinamica, con un massimo di oltre 85 m^2/ha.

Tabella 63. Suolo consumato (2024) e consumo di suolo per tipologia di area urbana

Classe		Soglie di densità		Suolo consumato			Consumo di suolo	
		Sup. artificiali	Popolazione					
		(%)	(ab/km^2)	(ha)	(%)	(m^2/ab)	(ha)	(m^2/ha)
1	Aree urbane ad alta densità	> 50	>1.500	444.945	75,40	130	516,2	8,75
2	Aree urbane a media densità	10 - 50	300 - 1.500	643.137	28,06	337	1.608,8	7,02
3	Zone rurali	< 10	< 300	952.092	3,52	1.730	4.435,1	1,64
4	Zone ad alta densità di suolo consumato e bassa densità di popolazione	> 50	< 300	117.252	80,12	11.742	1.254,8	85,74

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

IL CONSUMO DI SUOLO AI MARGINI DEI CENTRI URBANI PRINCIPALI

Per valutare la relazione tra diffusione urbana, consumo di suolo e vicinanza tra i centri urbani, è stata svolta un'analisi su 182 città, classificate come "poli" nella Mappa Aree Interne 2020, prodotto dell'Agenzia per la Coesione Sociale (ex Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione Economica).
In particolare, è stata considerata l'area circolare di 15 km di raggio presente attorno ai poli e la densità di consumo di suolo ricadente nell'area nei periodi 2006-2023 e 2023-2024. Assunti come trascurabili nella configurazione di un pattern nell'analisi distanza-consumo di suolo gli apporti dei centri minori, è stato poi distinto il comportamento medio delle 14 Città metropolitane italiane da quello del resto dei poli.
Confrontando i dati riferiti all'andamento medio annuale dal 2006 al 2024 con quelli dell'ultima annualità (Figura 88) è evidente come la più elevata densità di cambiamenti è in entrambi i casi localizzata entro i primi 3 km dai centri città. Il discostamento positivo dalla media più elevato si registra nello stesso intervallo, in particolare in prossimità dei 2 km di distanza dal centro, dove nell'ultimo anno è stato raggiunto un picco di 15,48 m²/ha di densità di consumo di suolo. Inoltre, a partire dai 3 km di distanza dal centro, si nota come i valori di densità di consumo di suolo annuo registrati tra il 2023 e il 2024 siano generalmente superiori a quelli medi osservati a partire dal 2006.
Osservando poi l'andamento delle 14 aree metropolitane rispetto a quello della totalità dei poli (Figura 89), si nota un disallineamento generale degli andamenti e valori simili della densità di consumo di suolo solo nella fascia che va dai 4 ai 5 km di distanza dal centro. Il picco più elevato tra i due andamenti è ottenuto dalle città metropolitane che a 6,3 km di distanza dal centro presentano un valore di densità di consumo di suolo prossimo ai 9,97 m²/ha.
Nell'analisi dell'andamento delle sole città metropolitane è evidente l'apporto generato dai modelli di espansione che le caratterizzano. Peri-urbanizzazione e polarizzazione, infatti, sono la causa dell'aumentare della densità di consumo di suolo all'allontanarsi dal centro urbano.

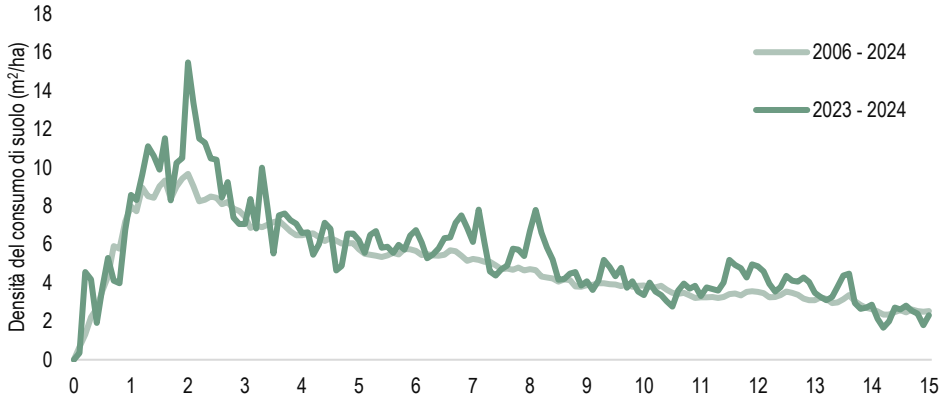


Figura 88. Confronto tra la densità del consumo di suolo annuale tra il 2006 e il 2024 e la densità di consumo di suolo tra il 2023 e il 2024 in relazione alla distanza dai centri urbani principali. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

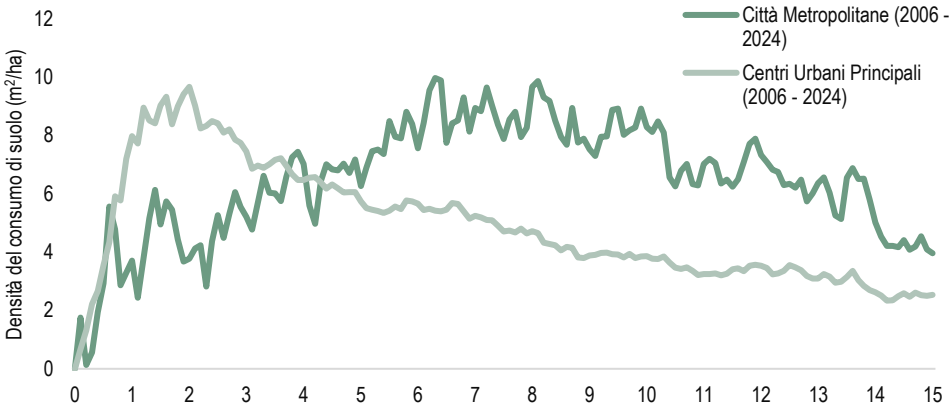


Figura 89. Densità del consumo di suolo netto annuale tra il 2006 e il 2024 in relazione alla distanza dai centri urbani principali e dalle Città metropolitane. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

I VALORI DEL MERCATO IMMOBILIARE

Il territorio italiano è caratterizzato da forti disomogeneità dovute a diversi fattori, che si ripercuotono sul valore economico dei terreni e degli immobili. Un'analisi della distribuzione del consumo di suolo in base ai valori economici è possibile utilizzando come indicatore la zonizzazione fornita dall'Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI)[41] dell'Agenzia delle Entrate, che associa alle diverse aree urbane e periurbane valori economici delle superfici edificate sulla base dei prezzi di compravendita.
L'analisi del consumo di suolo è stata eseguita in relazione ai dati OMI 2024 (secondo semestre). In particolare, è stato utilizzato il valore medio dell'intervallo delle quotazioni di riferimento (€/m^2) delle unità immobiliari aggregato per fasce[42].
L'analisi è condotta per evidenziare la distribuzione spaziale del consumo di suolo nelle diverse fasce OMI (Tabella 64).

[41] La Banca Dati delle quotazioni immobiliari (BDQ OMI) fornisce un intervallo minimo e massimo dei valori di mercato e di locazione in funzione della tipologia, dello stato di manutenzione e di conservazione degli immobili. I dati sono elaborati con cadenza semestrale per ogni zona territoriale.

[42] La fascia è un'aggregazione di zone omogenee contigue. È un'area territoriale con una precisa collocazione geografica nel comune e rispecchia una collocazione urbanistica consolidata. Esistono cinque fasce che suddividono l'intero territorio:

- B - centrale, coincide con il centro urbano del comune, ovvero un aggregato edilizio perimetrabile e distinguibile, in grado di esercitare attrazione nei confronti di un insediamento più ampio;
- C - semicentrale, porzione di territorio in posizione immediatamente contigua al centro urbano, a cui è direttamente connessa per i servizi, i trasporti e le infrastrutture; si colloca tra la fascia centrale e quella periferica;
- D - periferica, area contigua alla fascia centrale o semicentrale, delimitata dal margine esterno dell'insediamento edificato;
- E - suburbana, individua le aree urbanizzare separate dall'agglomerato urbano del comune da un territorio non edificato attraverso una barriera naturale o artificiale;
- R - extraurbana, area del territorio comunale in cui l'attività prevalente è quella agricola, con edificazione di carattere rurale o assente, è una fascia residuale, delimitata dal confine amministrativo del comune.

I dati OMI al 2024 non coprono la totalità della superficie nazionale; pertanto, le aree che non rientrano nella copertura non sono state considerate nelle analisi.

Tabella 64. Suolo consumato (2024, in ettari e percentuale sull'area della fascia) e consumo di suolo (2023-2024, in ettari, densità dei cambiamenti rispetto alla superficie della fascia e densità di cambiamenti al netto delle aree già consumate) nelle fasce OMI

Fascia	Suolo consumato		Consumo di suolo		Densità di consumo di suolo	
	(ha)	(%)	(ha) lordo	(ha) netto	(m^2/ha)	(m^2/ha) al netto del già consumato
Extraurbana	932.671	3,5	5.364	4.992	2,0	2,1
Suburbana	262.350	26,3	991	957	9,9	13,4
Periferica	435.065	33,7	1.295	1.227	10,0	15,0
Semicentrale	119.776	51,6	187	177	8,0	16,6
Centrale	394.042	45,3	527	493	6,1	11,1

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati OMI

La fascia periferica è quella con la maggiore densità di nuovo consumo di suolo rispetto all'estensione della fascia (la maggiore superficie interessata da cambiamenti riguarda la fascia extraurbana che, però, è anche la più estesa). La fascia semicentrale è quella più consumata al 2024, risultando artificializzata per quasi il 52%; sebbene il nuovo consumo di suolo in questa fascia sia relativamente basso (+187 ha), la densità di consumo risulta elevata, in particolare al netto delle aree già urbanizzate (16,6 m²/ha), indice di un forte sviluppo urbano in queste aree, che si riflette anche nei valori medi di compravendita aggregati per fascia, superiori a quelli di tutte le altre aree[43].
Considerando tutti gli immobili valutati dall'Osservatorio del Mercato Immobiliare e tutte le fasce, e suddividendo i prezzi medi di compravendita in cinque classi (Tabella 65), si nota che le classi con la densità di consumo di suolo più bassa sono la prima e l'ultima classe. Tuttavia, mentre per la prima classe (<1.000 €/m^2) questo è giustificato dall'enorme estensione territoriale, che copre quasi l'intero territorio nazionale, per l'ultima (>2.500 €/m^2) possiamo notare che il consumo annuale risulta minore in relazione alle altre classi presenti ma rispetto la scorsa annualità presenta un valore più che raddoppiato.
In termini percentuali, la porzione più grande di suolo artificializzato ricade nella classe 2.000-2.500, seguita dalle classi >2.500 e 1.000-1.500. Quest'ultima continua a registrare un consumo di suolo significativo (+1.849 ha), se si considera che presenta anche la densità di consumo più elevata (+4,9 m^2/ha), nonostante sia la seconda per estensione territoriale.

Tabella 65. Suolo consumato (2024, in ettari e percentuale) e consumo di suolo (2023-2024, in ettari, densità dei cambiamenti rispetto alla superficie della fascia e densità di cambiamenti al netto delle aree già consumate) rispetto ai prezzi medi di compravendita

Classi prezzi medi di compravendita (€/m^2)	Superficie della classe (ha)	Suolo consumato		Consumo di suolo (ha)	Densità di consumo di suolo	
		(ha)	(%)		(m^2/ha)	(m^2/ha) al netto del già consumato
<1.000	18.002.871	1.182.201	6,6	4.616	2,4	2,6
1.000-1.500	3.548.258	515.729	14,5	1.849	4,9	5,7
1.500-2.000	1.120.244	148.379	13,2	396	3,3	3,7
2.000-2.500	321.813	55.962	17,4	128	3,7	4,4
>2.500	281.031	45.676	16,3	90	3,0	3,5
Non classificato	6.651.530	203.814	3,1	1.285	1,9	1,9

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati OMI

[43] Prendendo in considerazione esclusivamente i fabbricati in condizioni di conservazione "normale".

CANTIERI E INFRASTRUTTURE

L'analisi del consumo di suolo associato a nuovi cantieri e infrastrutture può essere effettuata a partire dalle variazioni delle classi 12, 121 e 122 (per quanto riguarda cantieri, superfici in terra battuta e alle strade non pavimentate) e 112, 113, 114 e 115 (relativamente a strade pavimentate, alle ferrovie, agli aeroporti e ai porti).

Considerando cantieri e aree in terra battuta, l'Emilia-Romagna presenta il valore più alto in termini di suolo consumato (più di 19.000 ettari) e presenta anche il valore più elevato rispetto al nuovo consumo 2023-2024 (+661 ettari) come mostrato in Tabella 66; seguono il Piemonte (14.251 ettari) per il consumato totale e la Puglia (+648 ettari) per il nuovo consumo dell'ultimo anno. A livello di metri quadri di nuovi cantieri e infrastrutture per abitante, si raggiunge un massimo di 57 m²/ab in Basilicata.

Tabella 66. Suolo consumato (2024) e consumo di suolo (2023-2024) delle aree di suolo consumato reversibile riconducibili a cantieri e strade sterrate (classi: 12,121, 122)

Regione	Cantieri e strade sterrate				
	Suolo consumato			Consumo di suolo	
	(ha)	(%) su sup. nazionale	(%) su consumato	(ha)	pro capite (m²/ab)
Piemonte	14.251	0,56	8,33	246	34
Valle d'Aosta	630	0,19	8,94	8	51
Lombardia	13.283	0,56	4,56	530	13
Trentino-Alto Adige	2.137	0,16	5,43	125	20
Veneto	9.706	0,53	4,48	432	20
Friuli-Venezia Giulia	4.544	0,58	7,14	113	38
Liguria	924	0,17	2,34	19	6
Emilia-Romagna	19.274	0,86	9,55	661	43
Toscana	8.886	0,39	6,25	185	24
Umbria	2.156	0,26	4,84	100	25
Marche	2.543	0,27	3,90	110	17
Lazio	6.369	0,37	4,51	189	11
Abruzzo	2.057	0,19	3,78	173	16
Molise	1.059	0,24	6,05	20	37
Campania	5.047	0,37	3,50	375	9
Puglia	9.330	0,48	5,88	648	24
Basilicata	3.026	0,30	9,43	57	57
Calabria	2.576	0,17	3,35	182	14
Sicilia	6.551	0,26	3,89	408	14
Sardegna	5.977	0,25	7,31	335	38
Italia	**120.328**	**0,40**	**5,58**	**4.915**	**20**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Analizzando le classi 112, 113, 114 e 115, riconducibili alle infrastrutture è illustrata la ripartizione percentuale dei flussi di cambiamento che hanno interessato le classi 12, 121 e 122 tra il 2023 e il 2024, in termini di rinaturalizzazione (passaggio alla classe 2, che interessa poco più di un terzo dei cambiamenti, con un massimo del 100% in Valle d'Aosta), impermeabilizzazione (conversione verso consumato permanente, il flusso prevalente, che coinvolge più del 66% dei cambiamenti con un massimo del 94,12% in Liguria), passaggio verso altra classe di consumato reversibile (inferiore al 15% in quasi tutte le regioni, con un massimo del 56,68% in Friuli-Venezia Giulia, Sardegna con il 20,45% e Piemonte con il 16,11%) o passaggio verso altra classe di suolo non consumato (Tabella 67), la Lombardia è la regione con i maggiori valori di suolo consumato, sia in termini assoluti (76.260 ettari) che in percentuale sulla superficie (3,20%), mentre il Molise, Valle d'Aosta e Basilicata sono le regioni dove

le classi considerate occupano la maggiore percentuale sul consumato totale (oltre il 45%). La Lombardia è anche la prima regione (26,84 ettari) con più nuovi cambiamenti nelle classi considerate, a seguire troviamo Sicilia (23,46 ettari) e Veneto (20,98 ettari).
In Tabella 68 è illustrata la ripartizione percentuale dei flussi di cambiamento che hanno interessato le classi 12, 121 e 122 tra il 2023 e il 2024, in termini di rinaturalizzazione (passaggio alla classe 2, che interessa poco più di un terzo dei cambiamenti, con un massimo del 100% in Valle d'Aosta), impermeabilizzazione (conversione verso consumato permanente, il flusso prevalente, che coinvolge più del 66% dei cambiamenti con un massimo del 94,12% in Liguria), passaggio verso altra classe di consumato reversibile (inferiore al 15% in quasi tutte le regioni, con un massimo del 56,68% in Friuli-Venezia Giulia, Sardegna con il 20,45% e Piemonte con il 16,11%) o passaggio verso altra classe di suolo non consumato.

Figura 90. "L'alto Maceratese tra ricostruzione e tutela dell'ambiente", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Roberto Ferrini il 26 settembre 2025 nel comune di Muccia (MC)

Tabella 67. Suolo consumato (2024) e consumo di suolo (2023-2024) delle classi di suolo consumato permanente riconducibili a strade pavimentate, ferrovie, aeroporti e porti (classi: 112, 113, 114, 115)

Regione	Infrastrutture				
	Suolo consumato			Consumo di suolo	
	(ha)	(%) su sup. nazionale	(%) su consumato	(ha)	pro capite (m²/ab)
Piemonte	35.014	1,38	20,46	4,10	82
Valle d'Aosta	3.175	0,97	45,03	0,07	258
Lombardia	76.260	3,20	26,19	26,84	76
Trentino-Alto Adige	15.645	1,15	39,76	0,00	145
Veneto	54.714	2,99	25,23	20,98	113
Friuli-Venezia Giulia	15.666	1,98	24,63	2,47	131
Liguria	16.059	2,97	40,63	0,24	106
Emilia-Romagna	54.844	2,44	27,18	11,53	123
Toscana	46.372	2,02	32,63	2,42	127
Umbria	16.762	1,99	37,63	0,06	196
Marche	20.223	2,17	31,05	3,21	136
Lazio	38.237	2,23	27,05	3,35	67
Abruzzo	20.254	1,88	37,23	1,45	160
Molise	8.141	1,84	46,48	0,12	281
Campania	34.569	2,54	24,00	0,96	62
Puglia	42.893	2,21	27,04	1,34	110
Basilicata	14.408	1,44	44,88	2,30	270
Calabria	27.275	1,81	35,45	6,62	148
Sicilia	48.535	1,89	28,82	23,46	101
Sardegna	29.291	1,22	35,81	2,86	187
Italia	**618.339**	**2,05**	**28,66**	**114,38**	**105**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 68. Ripartizione percentuale dei flussi di cambiamento (2023-2024) dalle classi riconducibili a cantieri/strade sterrate (12, 121 e 122) verso la classe 2 (suolo non consumato), verso altre classi di consumato reversibile, verso classi di consumato permanente (impermeabilizzazione)

Regione	Rinaturalizzazione (%)	A consumato reversibile (%)	A consumato permanente (%)	Ad altro suolo non consumato (%)
Piemonte	24,88	16,11	58,69	0,31
Valle d'Aosta	100,00	0,00	0,00	0,00
Lombardia	22,62	2,61	74,77	0,17
Trentino-Alto Adige	90,31	0,00	9,69	0,00
Veneto	25,88	0,11	74,00	1,43
Friuli-Venezia Giulia	13,28	56,68	30,03	1,46
Liguria	5,88	0,00	94,12	0,00
Emilia-Romagna	28,90	10,31	60,79	0,99
Toscana	29,09	7,21	63,70	0,00
Umbria	7,45	0,00	92,55	0,00
Marche	23,53	1,35	75,12	1,54
Lazio	36,85	0,61	62,54	0,81
Abruzzo	29,27	11,63	59,10	0,00
Molise	52,35	0,00	47,65	2,35
Campania	27,12	0,00	72,88	0,71
Puglia	8,11	1,36	90,53	1,60
Basilicata	39,11	1,07	59,82	0,00
Calabria	6,18	0,00	93,82	0,00
Sicilia	49,52	1,10	49,38	0,24
Sardegna	8,77	20,45	70,78	0,00
Italia	**25,05**	**8,23**	**66,72**	**0,74**

Figura 91. “Cantieri in Valle”, foto tratta dal concorso fotografico “uno scatto per raccontare il cambiamento”, scattata da Gaia Munafò l’8 settembre 2025 nel comune di Chiomonte (TO)

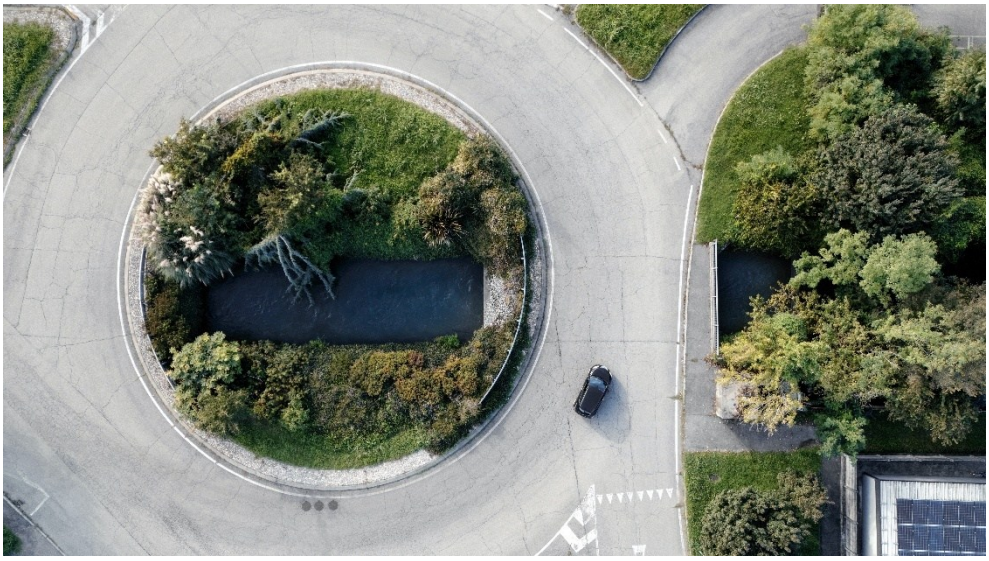


Figura 92. “Connessioni interrotte”, foto tratta dal concorso fotografico “uno scatto per raccontare il cambiamento”, scattata da Alice Fabbretto il 14 settembre 2025 nel comune di Treviglio (BG)

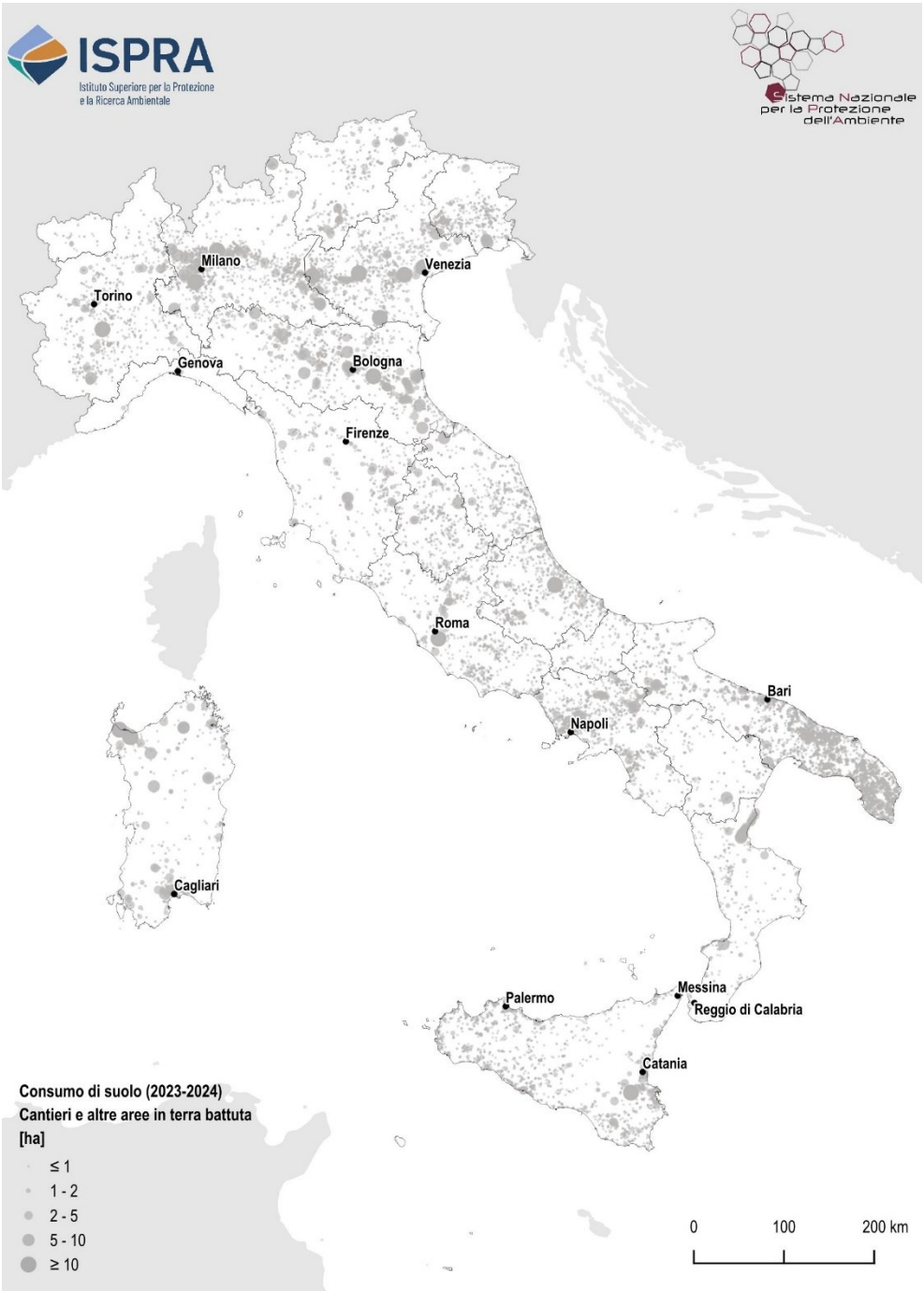


Figura 93. Cambiamenti relativi al consumo di suolo associato a nuovi cantieri e aree in terra battuta. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

IMPIANTI FOTOVOLTAICI

A livello nazionale, dai dati SNPA, risultano occupati da impianti fotovoltaici a terra circa 18.837 ettari, equivalenti a circa 11.080 MW[44] di potenza. I dati differiscono di circa il 6% da quelli pubblicati nel rapporto statistico del GSE[45] che riporta una superficie di 17.692 ettari e una potenza totale pari a circa 11.574 MW[46]. Le differenze tra i due valori di superficie possono essere attribuite alla differente risoluzione dei dati (i valori del GSE sono ricavati dalla documentazione di ogni singolo impianto[47] mentre i dati SNPA derivano da fotointerpretazione di immagini telerilevate, con una risoluzione di 10 metri e possono includere anche alcune aree di pertinenza e impianti installati ma non attivi).
La distribuzione dei pannelli fotovoltaici installati a terra a livello regionale è eterogenea, con un massimo in Puglia (con 5.245 ettari, circa il 28% di tutti gli impianti nazionali), seguita da Lazio (2.046 ha) ed Emilia-Romagna (1.864 ha). Le regioni su cui risulta installato il numero più basso di impianti a terra sono il Trentino-Alto Adige (11,2 ha), la Valle d'Aosta (1,3 ha) e la Liguria (0,2 ha, Tabella 69). Anche in questo caso i dati possono considerarsi in linea con quelli del GSE pur con alcune differenze.
Tra il 2023 e il 2024 sono stati rilevati 1.702 ettari di consumo di suolo associato a nuovi impianti fotovoltaici a terra[48] (corrispondenti a una potenza di circa 1.700 MW), in forte aumento rispetto ai 420 ettari mappati nel 2023, ai 263 ettari del 2022 e ai 75 del 2021. Le regioni in cui nell'ultimo anno si è destinato più territorio al fotovoltaico a terra sono Lazio (443,1 ettari), Sardegna (292,7 ettari) e Sicilia (271,8 ettari; Tabella 70).
I rapporti statistici "Solare Fotovoltaico" redatti dal GSE confermano l'aumento del numero di grandi impianti (superiori a 5 MW) entrati in servizio nell'ultimo anno, con una potenza installata di 2.046 MW (circa il 31% della potenza totale installata nell'ultimo anno), a fronte dei 664 MW dello scorso anno, dei 353 MW del 2022 e dei soli 29 MW registrati nel 2021[49]. Gli stessi dati del GSE indicano, a differenza degli anni precedenti, un decremento nelle categorie di impianti di dimensioni più piccole (sotto i 30 kW), sia in termini di numero che di potenza installata. Questo calo nella tendenza a progettare i nuovi impianti con dimensioni compatibili con una localizzazione non a terra è un aspetto che ci allontana dall'obiettivo dello sfruttamento dei tetti degli edifici e dei fabbricati più grandi o di altre superfici già consumate.
La metodologia di monitoraggio del consumo di suolo considera consumate le superfici su cui l'antropizzazione copre più del 50% della cella della griglia di rilevazione (porzione di territorio di 10x10 metri). Molti dei nuovi impianti rilevati mostrano una percentuale di superficie coperta dai moduli fotovoltaici inferiore alla soglia metodologica. Pur non considerando suolo consumato queste aree, si è ritenuto opportuno tenere comunque traccia di questo tipo di evoluzione della copertura del suolo con il codice 205 - impianti fotovoltaici "a bassa densità", appartenente alle classi dei suoli non consumati. Nell'ultimo anno sono stati associati a questa classe circa 132 ettari (Tabella 70), oltre il 60% dei quali situati in Sicilia (30 ettari), in Sardegna (26 ettari) e nel Lazio (24 ettari).
In un'ottica del raggiungimento della "neutralità climatica" al 2050[50] e dell'obiettivo intermedio della riduzione del 55% delle emissioni di gas serra al 2030 rispetto ai livelli del 1990 (pacchetto "Fit-for-55"),

[44] La stima dei MW installati è stata fatta considerando un parametro del GSE che pone a 1,7 ettari la superficie lorda occupata da ogni MW installato a terra (GSE, Rapporto Statistico 2024, Solare Fotovoltaico).
[45] Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico 2024, Gestore dei Servizi Energetici S.p.A.
[46] Dato del GSE derivato dal censimento degli impianti e non tramite il parametro citato alla nota 41.
[47] I dati di superficie lorda riportati sul rapporto statistico fotovoltaico 2024 derivano dell'elaborazione di informazioni provenienti dagli archivi amministrativi GSE relativi ai meccanismi di incentivazione e da rivelazioni puntuali ad hoc, nonché di stime parametriche laddove il dato non fosse disponibile.
[48] I dati dei nuovi impianti fotovoltaici rilevati dal monitoraggio ISPRA/SNPA si riferiscono a nuovi impianti individuati tramite dati satellitari e/o servizi immagini ad alta risoluzione e non danno informazioni relative alla loro entrata in esercizio.
[49] Il periodo di monitoraggio del SNPA si conclude a maggio di ogni anno (+ o – 2 mesi), i valori riportati dal GSE si riferiscono all'intero anno solare.
[50] Piano per la Transizione Ecologica, Gazzetta Ufficiale del 15 giugno 2022, n. 138

alla luce anche dell'attuale situazione internazionale, sono state imposte delle accelerazioni alle misure di mitigazione delle emissioni. Per accelerare la fine della dipendenza dai combustibili fossili, l'Unione Europea ha messo in atto il piano "*REPowerEU*", un'iniziativa che prevede di incrementare in modo più rapido gli obiettivi del pacchetto Fit-for-55 spingendo su eolico e fotovoltaico, anche attraverso la semplificazione delle procedure di progettazione e autorizzative.
Il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), nel suo aggiornamento di giugno 2024, prevede che al 2030 siano installati 131 GW di impianti a fonti rinnovabili (di cui circa 80 GW fotovoltaici e circa 28 GW eolici), con un incremento di capacità di circa 74 GW rispetto al 2021. Di questo incremento, 57 GW è previsto che siano prodotti tramite il fotovoltaico e 17 tramite l'eolico.
Secondo quanto cita il Piano per la Transizione Ecologica (PTE), per far fronte alle esigenze della domanda di produzione elettrica al 2050, "*il compito principale sarà affidato alla tecnologia del solare fotovoltaico*". In questo contesto si sottolinea positivamente l'intenzione dello stesso legislatore di *"individuare le aree e le superfici idonee […] coerentemente con le esigenze di tutela del suolo, delle aree agricole e forestali e del patrimonio culturale e paesaggistico, in conformità ai principi di minimizzazione degli impatti sull'ambiente, sul territorio e sul paesaggio*". Lo stesso Piano individua come soluzione migliore lo "*sfruttamento prioritario delle superfici di strutture edificate (tetti e in particolare quelli degli edifici pubblici, capannoni industriali e parcheggi), aree e siti oggetto di bonifica, cave e miniere cessate*". Anche l'ultimo aggiornamento del PNIEC conferma che "*si seguirà un simile approccio, ispirato alla riduzione del consumo di territorio, per indirizzare la diffusione della significativa capacità incrementale di fotovoltaico prevista per il 2030, promuovendone l'installazione innanzitutto su edificato, tettoie, parcheggi, aree di servizio, etc.*". Per quanto riguarda i grandi impianti fotovoltaici il cui posizionamento è previsto a terra, il PNIEC indica come prioritario l'utilizzo di "*zone improduttive, non destinate ad altri usi, quali le superfici non utilizzabili a uso agricolo.*" La semplificazione delle procedure di progettazione e autorizzative è stata messa in atto nel 2024 attraverso il decreto del 21 giugno[51] che disciplina l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili. Nello stesso decreto si ribadisce l'esigenza di "*privilegiare l'utilizzo di strutture edificate, quali capannoni industriali e parcheggi, nonché di aree a destinazione industriale, artigianale, per servizi e logistica"* e si vieta l'installazione di impianti fotovoltaici con moduli collocati a terra nelle aree agricole individuate dai piani urbanistici vigenti (con alcune eccezioni).
Una tipologia di impianti fotovoltaici che viene incentivata, sia a livello nazionale che europeo, è l'agrivoltaico. Essa viene prevista nel nostro Paese all'interno del PNIEC e inclusa in misure incentivanti contenute nel PNRR, in modo particolare in riferimento agli impianti agrivoltaici avanzati[52]. La possibilità di far convivere sullo stesso suolo un doppio uso produttivo, agricolo ed energetico, attraverso l'installazione di impianti agrivoltaici sostenibili, viene spesso ritenuta una strada per coniugare la tutela del suolo e la spinta sulle rinnovabili, preservando entrambe le funzioni produttive di energia e cibo (Toledo e Scognamiglio, 2021). Il decreto attuativo che reca i criteri e le modalità per incentivare la realizzazione (entro giugno 2026) di sistemi agrivoltaici avanzati è il numero 436 del 22 dicembre 2023, entrato in vigore il 14 febbraio 2024 (integrato e modificato dal D.M. 149 del 19 giugno 2025), che prevede l'incentivazione di una potenza di almeno 1,04 GW.

[51] Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.153 del 02 luglio 2024
[52] Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, MASE

Tabella 69. Distribuzione del suolo consumato (2024) e del consumo di suolo (2023-2024) dovuto a impianti fotovoltaici a terra (classe 125)

Regione	Consumo di suolo (ha)	Suolo consumato 2024 SNPA (ha)	Suolo consumato 2024 GSE (ha)
Piemonte	167	1.458	1.329
Valle d'Aosta	0	1	2
Lombardia	31	374	491
Trentino-Alto Adige	0	11	12
Veneto	37	900	722
Friuli-Venezia Giulia	42	378	424
Liguria	0	0	4
Emilia-Romagna	104	1.864	1.422
Toscana	33	482	467
Umbria	3	137	307
Marche	29	1.065	916
Lazio	443	2.046	2.380
Abruzzo	81	744	719
Molise	20	203	225
Campania	35	454	409
Puglia	60	5.245	4.161
Basilicata	39	596	578
Calabria	14	286	229
Sicilia	272	1.467	1.927
Sardegna	293	1.125	968
Italia	**1.702**	**18.837**	**17.692**

Fonti: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico 2024 del GSE

Tabella 70. Consumo di suolo in ettari, per ogni periodo della serie storica, dovuto agli impianti fotovoltaici a terra (classe 125) e agli impianti a bassa densità (classe 205, introdotta nel sistema di monitoraggio dal 2022)

Periodo di riferimento	Consumo di suolo per impianti fotovoltaici a terra (classe 125) (ha)	Impianti fotovoltaici a terra a bassa densità (classe 205) (ha)
2006-2012	12.384	N.D.
2012-2015	1.747	N.D.
2015-2016	94	N.D.
2016-2017	92	N.D.
2017-2018	79	N.D.
2018-2019	297	N.D.
2019-2020	229	N.D.
2020-2021	75	N.D.
2021-2022	263	255
2022-2023	420	254
2023-2024	1.702	132

Fonti: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Sfruttando la classe 111, rappresentata da edifici e fabbricati della carta del suolo consumato 2024, è stata stimata la superficie potenzialmente disponibile per l'installazione di impianti fotovoltaici sui tetti e relative ipotesi sulla potenza fotovoltaica installabile (Figura 96). Diversi fattori possono incidere sulla superficie effettivamente disponibile all'installazione di nuovi impianti, tra i principali ci sono i comignoli, gli impianti di condizionamento, l'ombreggiamento da elementi costruttivi o edifici vicini, etc. È stato stimato, coerentemente con le valutazioni del Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea, che la percentuale dei tetti adatti a ospitare impianti può variare, a livello europeo, tra il 49 e il 64% (Bòdis *et al.*, 2019). Un'ulteriore riduzione del 60% di superficie da non considerare è dovuta alla distanza necessaria tra i pannelli per permetterne la manutenzione (*ibidem*). Dall'analisi sono stati anche esclusi i centri storici dei principali comuni e tutti i centri e agglomerati urbani minori, in cui l'installazione

dei pannelli può essere difficoltosa, inopportuna o soggetta a vincoli di natura storico-paesaggistica. Per fare questo sono stati utilizzati i dati dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare e Servizi Estimativi dell'Agenzia delle Entrate, che identificano le zone centrali dei comuni[53]. La superficie totale degli edifici ricavabile dalla carta del suolo consumato 2024, al netto di quelli ricadenti nelle zone centrali, ammonta a 4.441 km^2. A questo valore, per ricavare l'area netta disponibile, sono stati applicati sia il fattore massimo (49%) che il fattore minimo di riduzione (64%) e successivamente è stato sottratto l'ulteriore 60% dell'area. I risultati mostrano che la superficie netta disponibile può variare da 870 a 1.137 km^2. Ipotizzando tetti piani e la necessità di disporre di 10,3 m^2 per ogni kW installato[54], si stima una potenza variabile dai 84 ai 110 GW che sarebbe possibile installare su fabbricati esistenti.

Figura 94. "Campo solare", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Paolo Meneghini il 15 luglio 2025 nel comune di Thiene (VI)

[53] La fascia centrale individua quella porzione di territorio comunale che coincide con il centro urbano del comune, inteso come aggregato edilizio perimetrabile e distinguibile, in grado di esercitare attrazione nei confronti di un insediamento più ampio (Manuale della Banca Dati Quotazioni dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare, Istruzioni tecniche per la formazione della Banca Dati Quotazioni OMI, Agenzia delle Entrate 2018).

[54] Parametro ricavato dal simulatore GSE per i tetti in piano (www.autoconsumo.gse.it).

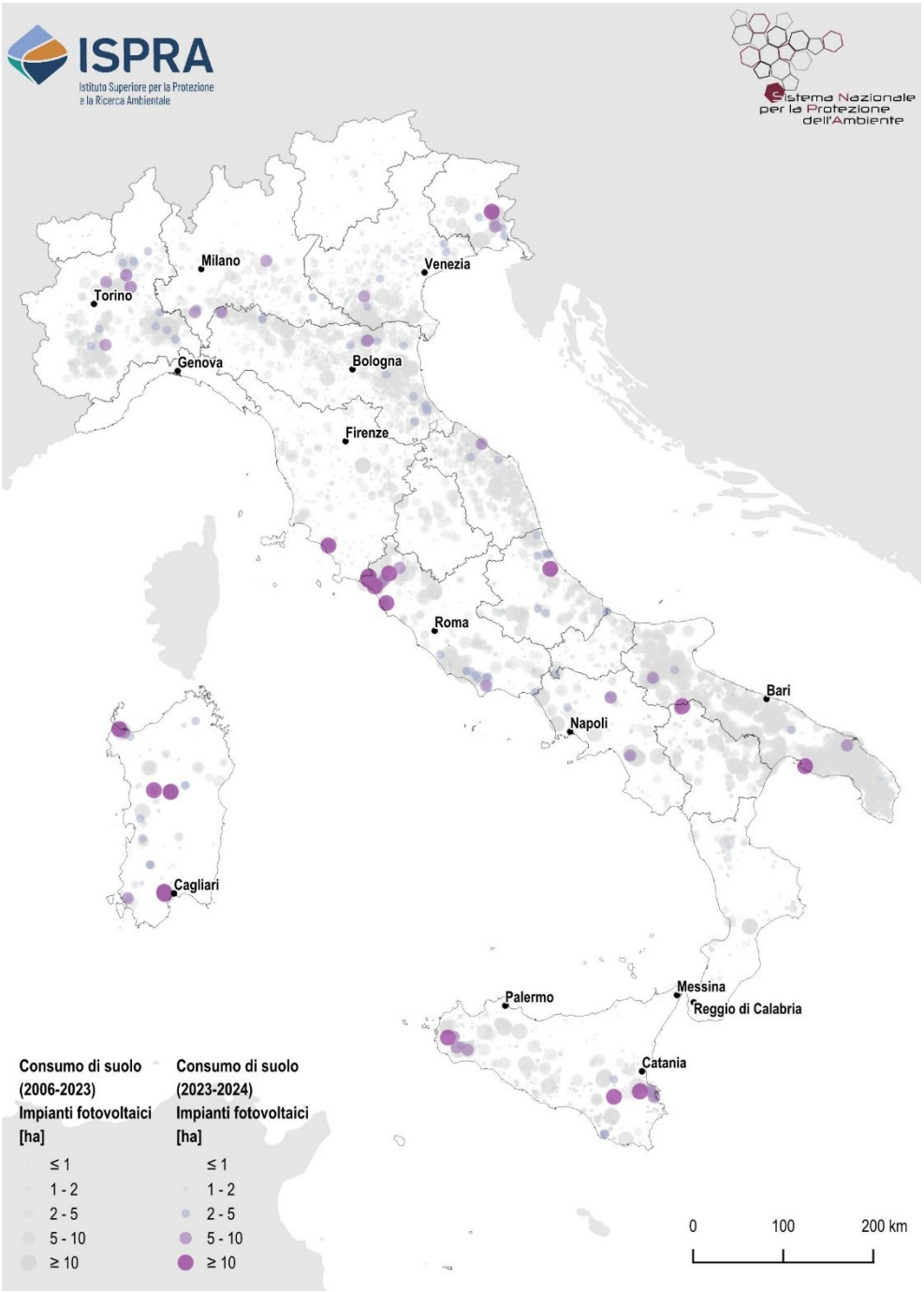


Figura 95. Cambiamenti relativi al consumo di suolo associato a nuovi impianti fotovoltaici a terra. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

A questa potenza si potrebbe aggiungere quella installabile in aree di parcheggio, in corrispondenza di alcune infrastrutture, in aree dismesse o in altre aree impermeabilizzate, senza aumentare il consumo di suolo. Ipotizzando che su circa il 6% dei tetti[55] sia già installato un impianto, si può concludere che, sfruttando gli edifici disponibili, ci sarebbe posto per una potenza fotovoltaica compresa fra 79 e 104 GW, un quantitativo sufficiente a coprire l'aumento di energia rinnovabile complessiva previsto dal PNIEC al 2030. In generale, data la vasta disponibilità di superfici a minore impatto ambientale, si potrebbe formulare un mix di localizzazioni che risponde alle esigenze energetiche senza consumo di suolo.

Volendo fare una previsione di quanto suolo verrebbe consumato a causa dei nuovi impianti fotovoltaici, le superfici coinvolte dipendono dalla quota della nuova energia da produrre che verrà realmente affidata al solare fotovoltaico e dal rapporto tra impianti che saranno realizzati a terra e impianti che saranno realizzati su coperture. Al 2024, come risultato della storia della diffusione di questa tecnologia nel nostro Paese, la ripartizione risulta pari al 31% circa a terra e al 69% non a terra. Considerando i quantitativi di energia da produrre nei prossimi anni (dal 2021 al 2030) previsti dal PNIEC, bisognerà installare una potenza pari a circa 74 GW utilizzando fonti rinnovabili, 57 GW dei quali da fotovoltaico. Fino al 2024, di questa quota sono stati installati circa 14 GW di fotovoltaico. Per installare i rimanenti 43 GW, ipotizzando una ripartizione analoga ad oggi tra terra e non a terra e utilizzando come coefficiente medio di occupazione il valore aggiornato al 2024 (circa 1 ha/MW), fornito dal GSE, si potrebbe calcolare, in via teorica, una superficie di circa 133 km^2 di nuovo suolo consumato (per circa 13,3 GW). Si tratta, tuttavia, di un calcolo teorico soggetto a enorme variabilità al variare degli scenari. Nell'ipotesi estrema in cui tutta la nuova potenza prevista venisse installata a terra, per esempio, si potrebbero consumare fino a circa 430 km^2 di suolo. Un aspetto da considerare in queste previsioni è la progressione nel miglioramento dell'efficienza dei pannelli fotovoltaici che potrebbe avere implicazioni dirette sulla superficie necessaria per generare un determinato quantitativo di energia, facendo rivedere al ribasso le stime (Becchetti *et al.*, 2022).

Figura 96. Esempio di tetto fotovoltaico (di 0,5 ettari), comune di Colfelice (Frosinone). Immagine a sinistra (2022) e immagine a destra (2024)

[55] Valore derivante dall'ipotesi che tutta la potenza installata non a terra sia sui tetti.

LO SVILUPPO DEI POLI LOGISTICI

La crescita della logistica e della grande distribuzione organizzata (GDO) rappresenta una delle principali cause dell'aumento del consumo di suolo in Italia.
Solo nell'ultimo anno, queste attività hanno determinato la trasformazione di 432 ettari di territorio, con una tendenza leggermente in calo rispetto agli anni precedenti.
Nonostante ciò, dal 2006 a oggi, il consumo di suolo riconducibile a queste destinazioni d'uso ha raggiunto un totale di circa 6.001 ettari, evidenziando un impatto costante e significativo sul paesaggio e sull'ambiente.
Tra il 2006 e il 2024, le trasformazioni territoriali legate alla logistica si sono concentrate soprattutto nel Nord-Est dell'Italia, con un incremento di 2.024 ettari confermando il primato sul territorio nazionale, seguito dal Nord-Ovest e il Centro, come riportato in Tabella 71.
Scendendo più in dettaglio a livello regionale, invece, il fenomeno risulta essere particolarmente evidente ed in crescita per la Lombardia e l'Emilia-Romagna, le quali risultano essere le aree più coinvolte dal fenomeno: la Lombardia con 1.145 ettari consumati pari al 6,7% del totale regionale e l'Emilia-Romagna con 1.052 ettari, pari al 7,14 del totale regionale. Questi dati confermano come le regioni del Nord Italia siano le più interessate dal consumo di suolo legato allo sviluppo della logistica, sia in termini assoluti che percentuali.
L'aumento del consumo di suolo legato alla logistica, infine, è attribuibile principalmente all'espansione dell'indotto produttivo e industriale, che da solo rappresenta circa il 60% delle nuove superfici occupate. A questa crescita si affiancano due ulteriori componenti rilevanti, la grande distribuzione e il settore commerciale, responsabile del 17% del consumo e l'*E-commerce* che incide per il 23%. Questi dati evidenziano, ancora una volta, come la logistica non sia un fenomeno omogeneo, ma articolato in più settori, ciascuno con un impatto specifico sul territorio.

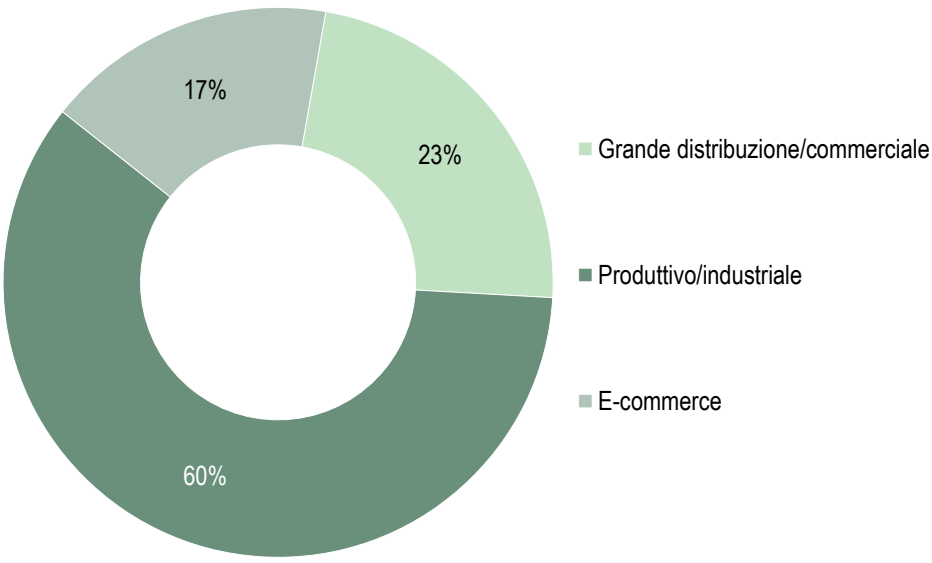


Figura 97. Ripartizione dei cambiamenti dovuti alla logistica nel periodo (2006-2024). Fonti: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 71. Consumo di suolo legato ad attività di logistica. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Regione	2006-2015 (ha/anno)	2015-2018 (ha/anno)	2018-2021 (ha/anno)	2021-2022 (ha/anno)	2022-2023 (ha/anno)	2023-2024 (ha/anno)	2006-2024 (ha tot)	2006-2024 (Densità m²/ha)	2006-2024 (% su totale)
Piemonte	24	35	47	60	68	74	662	2,61	5,77
Valle d'Aosta	0	0	0	0	0	0	1	0,03	0,32
Lombardia	61	54	73	80	64	69	1.145	4,81	6,69
Liguria	1	1	1	0	0	2	13	0,24	1,44
Nord-Ovest	86	90	121	140	132	145	1.821	3,15	6,11
Friuli-Venezia Giulia	1	7	0	0	1	1	37	0,47	1,11
Trentino-Alto Adige	1	1	2	6	0	3	23	0,17	0,91
Emilia-Romagna	38	59	69	126	98	107	1.052	4,69	7,14
Veneto	32	69	54	116	66	68	912	4,99	5,33
Nord-Est	72	136	125	248	165	179	2.024	3,25	5,37
Umbria	5	3	5	4	1	9	80	0,95	2,54
Marche	5	4	6	5	22	3	103	1,11	2,06
Toscana	14	9	12	7	5	28	233	1,02	4,00
Lazio	38	38	39	19	43	19	654	3,81	5,90
Centro	62	54	62	35	71	40	1.051	1,82	4,19
Basilicata	2	1	2	0	0	0	29	0,29	1,04
Molise	0	3	1	1	1	1	15	0,34	1,61
Abruzzo	4	2	4	9	1	13	76	0,71	1,77
Calabria	4	1	1	19	1	0	61	0,40	1,20
Puglia	17	6	11	12	8	15	243	1,25	1,56
Campania	15	20	26	26	46	16	359	2,64	3,94
Sud	42	32	46	67	57	45	783	1,07	2,07
Sardegna	1	2	3	3	15	2	46	0,19	0,87
Sicilia	16	10	19	11	14	2	257	1,00	2,12
Isole	17	12	22	14	29	4	303	0,61	1,74
Italia	**279**	**325**	**377**	**504**	**454**	**432**	**6.001**	**1,99**	**4,25**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Figura 98. "Assalti frontali" immagine tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", acquisita da immagini satellitari e proposta da Giacomo Pieretti. È un esempio consumo di suolo dovuto alla realizzazione di un nuovo polo industriale, visibile a destra dell'immagine

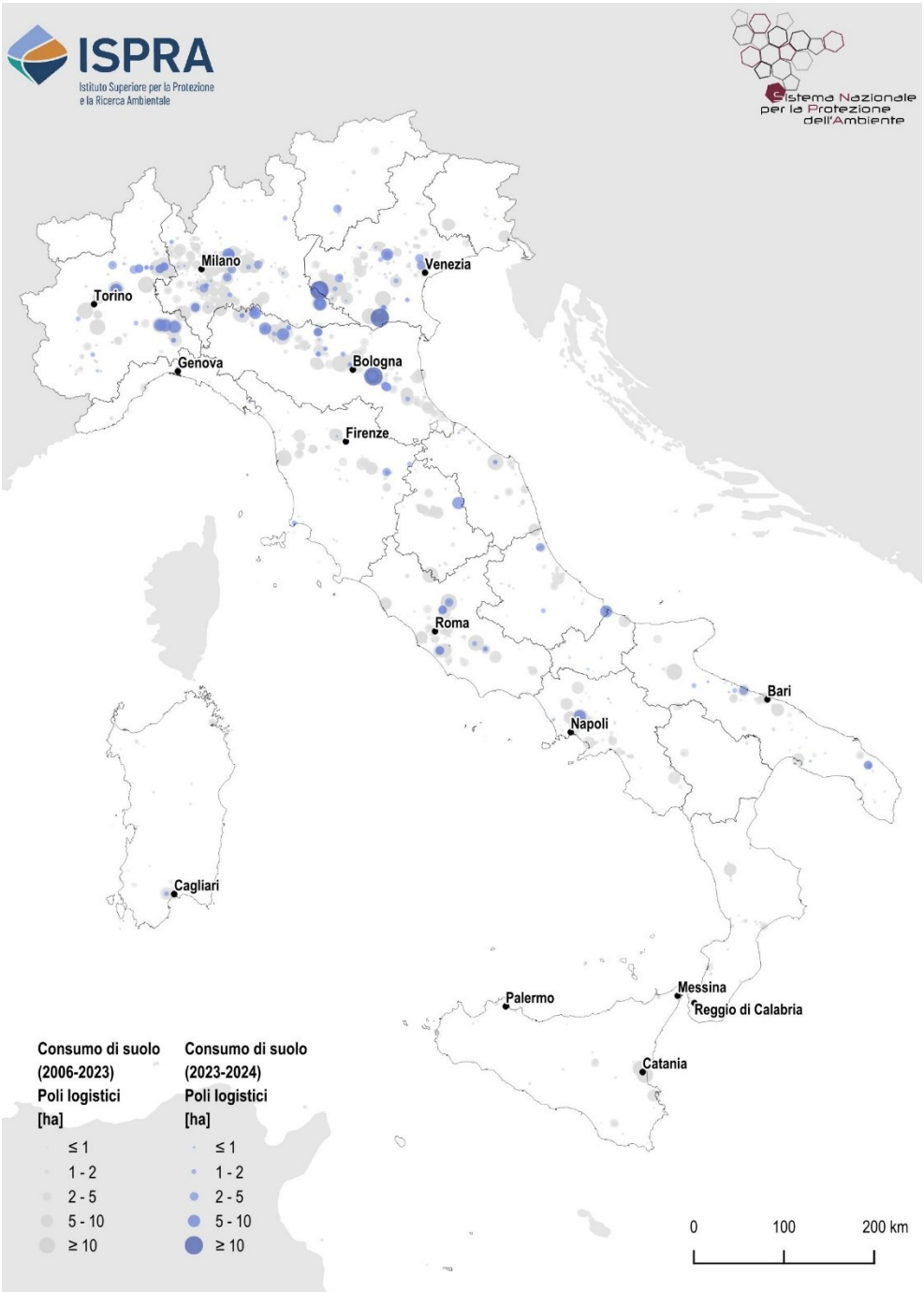


Figura 99. Cambiamenti relativi al consumo di suolo associato a nuovi poli logistici. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Figura 100. Ampliamento di un polo logistico di 28 ettari (edificio e cantiere) nel comune di Castel Guelfo di Bologna (Bologna) tra 2023 e 2024

Figura 101. Realizzazione di un nuovo polo logistico adibito a deposito di 7,3 ettari nel comune di Parma (immagini 2023 e 2024)

Lo sviluppo dei *data center* in Italia

Lo sviluppo dei Data Center in Italia negli ultimi anni ha registrato una crescita significativa, dovuta a diversi fattori economici, tecnologici e normativi. Le cause che hanno determinato questa rapida espansione sono da attribuire alla digitalizzazione accelerata, soprattutto nel periodo post-pandemia, a seguito della crescente domanda di infrastrutture *cloud* e servizi IT, anche legati agli strumenti di intelligenza artificiale, alle normative europee che hanno incentivato la localizzazione e costruzione degli hub tecnologici sul territorio nazionale e, infine, al PNRR che ha previsto lo stanziamento di fondi per la digitalizzazione delle PA e per nuove infrastrutture tecnologiche.

In Italia, la città che ha visto, nel corso degli ultimi anni, una rapida espansione di *data center*, anche di notevoli dimensioni, è stata Milano, seguita da Roma e Torino. Nel 2024, tra i comuni interessati dal fenomeno della realizzazione di nuove infrastrutture digitali figurano Noviglio (Milano; Figura 103), Peschiera Borromeo (Milano), Bornasco (Pavia) e Vellezzo Bellini (Pavia; Figura 104) e, considerando i principali interventi, si è registrata a una perdita di circa 37 ettari di suolo.

Diversi studi prevedono una crescita elevata, anche superiore al 10%, fino al 2030 e il 2024 è stato definito l'anno della definitiva presa di coscienza sull'importanza delle infrastrutture dei *data center* per il Paese in quanto, sono stati già spesi 5 miliardi di euro nel biennio 2023-2024 per la costruzione, l'approntamento e il riempimento di server IT di nuove infrastrutture; mentre ulteriori 10,1 miliardi sono previsti per il biennio 2025-2026 (Osservatorio data Center del Politecnico di Milano, 2024). Sullo sfondo inizia a emergere un numero crescente di nuove aperture previste oltre il 2026, che potranno ulteriormente alimentare l'impatto sui territori.

Nella Figura 105 si riporta la localizzazione dei principali *data center* rilevati, presenti o in fase di progettazione/cantiere su territorio nazionale.

Figura 102. "Logistica", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Marco Casini il 5 settembre 2025 nel comune di Crespellano (BO)

Figura 103. Cantiere per la realizzazione di un nuovo data center nel comune di Noviglio (Milano) di circa 14 ettari. Immagini 2023 e 2024

Figura 104. Ampliamento e realizzazione di un nuovo data center nel comune di Vellezzo Bellini (Pavia) di circa 6 ettari. Immagini 2021 e 2024

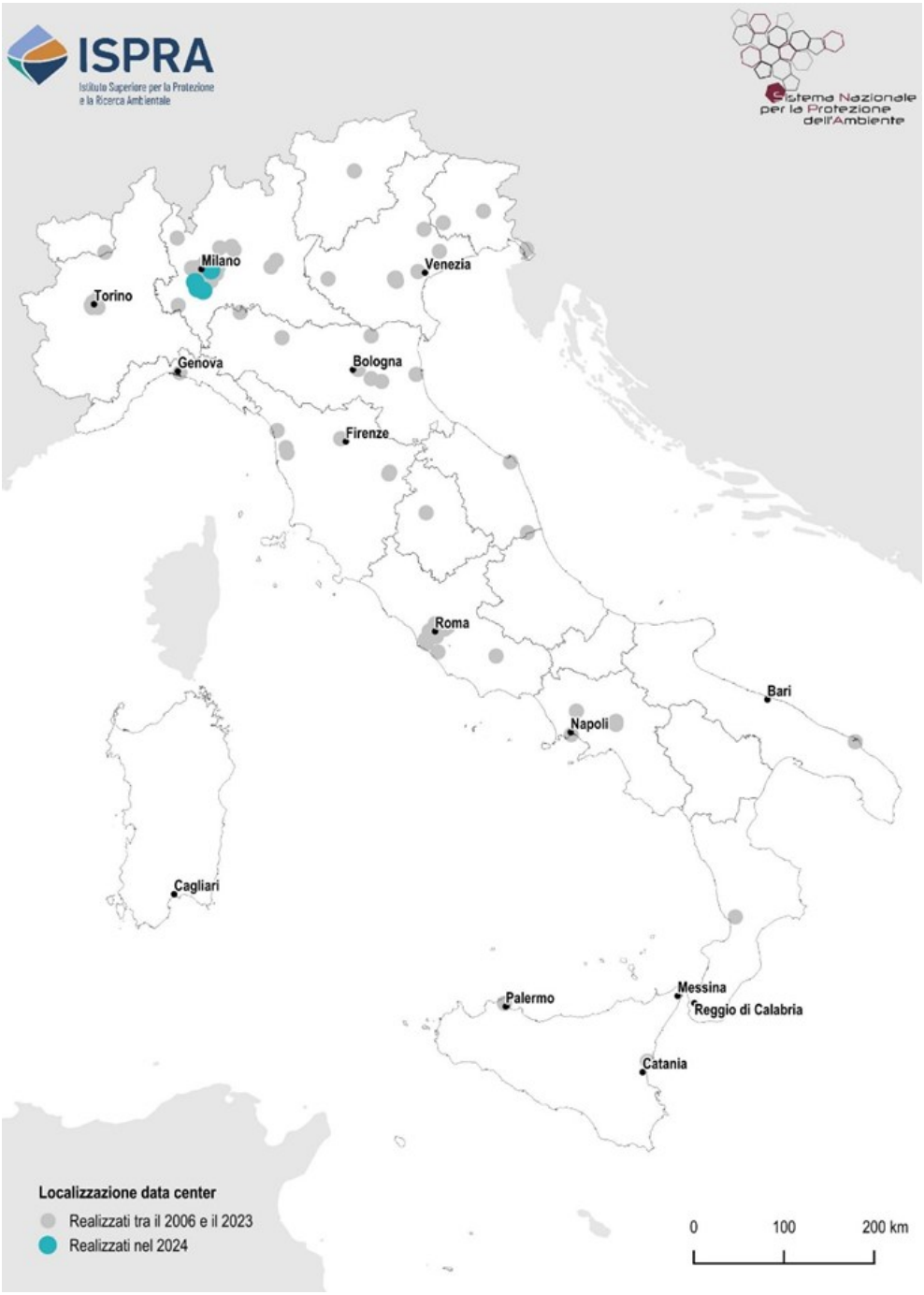


Figura 105. Consumo di suolo dovuto ai principali *data center* in Italia. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

LE OPERE INFRASTRUTTURALI PER I GIOCHI OLIMPICI E PARALIMPICI INVERNALI 2026

Le Olimpiadi Invernali di Milano Cortina 2026 si svolgeranno dal 6 al 22 febbraio, seguite dalle Paralimpiadi, in programma dal 6 al 15 marzo 2026. L'evento coinvolgerà i territori di Lombardia, Veneto e Trentino-Alto Adige, in un'area vasta circa 22.000 km² (Figura 106) all'interno della quale sono distribuiti gli interventi infrastrutturali necessari alla realizzazione dei Giochi.

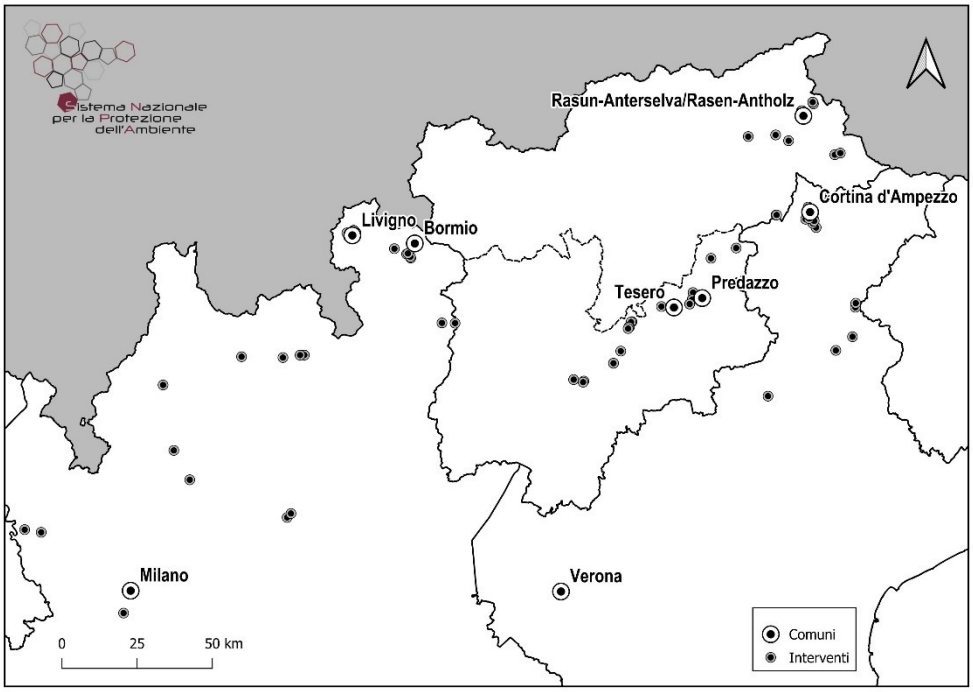


Figura 106. Mappa dei comuni fulcro coinvolti negli interventi per i Giochi Olimpici e localizzazione puntuale delle opere previste. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Il programma infrastrutturale connesso all'organizzazione dei Giochi Olimpici e Paralimpici Invernali 2026 prevede la realizzazione e l'adeguamento di numerose opere strategiche, distribuite tra impianti sportivi e infrastrutture di trasporto. L'impianto organizzativo è stato formalizzato attraverso un piano approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (DPCM) in data 8 settembre 2023.
L'approccio adottato privilegia il riutilizzo di strutture esistenti e la realizzazione di impianti temporanei, con l'obiettivo dichiarato di contenere i costi, ridurre l'impatto ambientale e promuovere la sostenibilità complessiva dell'evento.
In risposta alle richieste di maggiore trasparenza provenienti dalla società civile, è stato attivato nell'ottobre 2024 un portale pubblico dedicato al monitoraggio delle opere.
Il 19 ottobre 2024 è stato quindi ufficialmente lanciato il portale "Open Milano Cortina 2026". Il portale, aggiornato ogni 45 giorni, rende disponibili al pubblico i dati relativi all'avanzamento delle opere previste dal DPCM dell'8 settembre 2023, permettendo un monitoraggio costante e accessibile dei progetti di competenza della società.
A seguito di rimodulazioni effettuate nel novembre 2024 — che hanno incluso l'accorpamento di diversi Codici Unici di Progetto (CUP) — il piano aggiornato prevede un totale di 94 interventi così suddivisi:

44 impianti sportivi e 50 infrastrutture di trasporto. Il valore complessivo stimato dell'intero pacchetto di interventi ammonta a circa 3,4 miliardi di euro.
Le informazioni alla base dell'analisi sono state acquisite nel mese di luglio 2025. I dati sono forniti in formato CSV (Comma-Separated Values, è un formato di file di testo utilizzato per memorizzare dati tabellari) e contengono un ampio set di informazioni relative a ciascun intervento previsto dal Piano delle Opere. Per ciascuno dei 94 interventi inclusi nel Piano, sono riportati:

- Codici identificativi (tra cui il CUP);
- Coordinate geografiche e localizzazione a livello comunale;
- Descrizione dell'intervento e finalità (differenziando tra opere funzionali all'evento olimpico e opere di legacy);
- Quadro economico e informazioni relative ai soggetti attuatori;
- Dettagli sulle procedure autorizzative;
- Stato di avanzamento dei lavori (in progettazione, in esecuzione, concluso);
- Date di inizio e fine lavori, ove disponibili.
- Le coordinate geografiche associate ai 94 interventi permettono di identificare 75 punti distinti sul territorio coinvolto. Ciò suggerisce che alcuni interventi, probabilmente per motivi di prossimità geografica o funzionale, siano stati accorpati nella visualizzazione cartografica.

La distribuzione territoriale degli interventi, in termini percentuali di impatto, è rappresentata come riportato nella Tabella 72.

Tabella 72. Distribuzione percentuale degli interventi per area geografica

Distribuzione geografica degli interventi	
Area Dolomitica - Bolzano	15%
Area Dolomitica - Trento	32%
Area Dolomitica - Veneto	22%
Lombardia	31%

I comuni con il maggior numero di interventi risultano essere: Cortina d'Ampezzo, Livigno e Predazzo, veri e propri fulcri operativi e simbolici dei Giochi Olimpici e Paralimpici Invernali del 2026 (Figura 106). Dall'analisi approfondita dei dati forniti, emerge che 29 interventi sono direttamente collegati all'evento sportivo delle Olimpiadi Invernali, mentre 51 sono classificati come opere di legacy, ovvero interventi pensati per generare benefici a lungo termine per i territori coinvolti. I restanti 14 interventi, sebbene non esplicitamente attribuiti a nessuna delle due categorie, riguardano prevalentemente infrastrutture viarie. In questi casi si tratta sia di potenziamenti di tracciati esistenti sia della realizzazione di nuovi collegamenti stradali, funzionali al miglioramento della mobilità regionale.
Tra le 94 schede progetto, solo 15 interventi contengono nella descrizione sintetica il termine *"ristrutturazione"*, suggerendo un uso limitato e selettivo delle infrastrutture esistenti. In generale, le schede non includono alcuna informazione – nemmeno in forma stimata – riguardante:

- Le superfici complessive interessate dagli interventi;
- Il consumo di suolo (esistente e nuovo).

Secondo i dati acquisiti dal portale nel mese di luglio 2025, al momento risultano:

- 7 interventi completati,
- 42 attualmente in fase di esecuzione,
- I rimanenti 45 interventi distribuiti tra le fasi di progettazione e procedura di gara.

L'urgenza dettata dalle tempistiche dell'evento ha comportato, per una parte significativa del Piano, il ricorso a procedure accelerate. Dall'analisi dei dati, risultata che circa il 50% degli interventi non è

attualmente accompagnato da una valutazione ambientale formale. Questo elemento evidenzia l'importanza di rafforzare le attività di monitoraggio sugli impatti generati e di consolidare gli strumenti a tutela della sostenibilità ambientale.
Infine, a partire dalle coordinate geografiche associate agli interventi e la consultazione della cartografia relativa alla mappatura del consumo di suolo, è stato possibile monitorare la presenza di modificazioni della copertura del suolo avvenute nei pressi dei siti progettuali. L'analisi si è concentrata sui periodi 2022/2023 e 2023/2024, dato che alcuni lavori risultano avviati già nel 2022. Il confronto è stato effettuato tramite la consultazione diretta della cartografia del suolo consumato relativa ai due anni e delle immagini satellitari Sentinel-2, i cui esiti sono sintetizzati nella Tabella 73.

Tabella 73. Consumo di suolo (in ettari) per area geografica nel periodo 2022-2023 e 2023-2024

Area geografica	Consumo suolo (ha) 2022-2023	Consumo suolo (ha) 2023-2024
Area Dolomitica - Bolzano	8,9	1,3
Area Dolomitica - Trento	2,0	1,4
Area Dolomitica - Veneto	4,7	0,1
Lombardia	8,3	32,5
Totale	**23,8**	**35,3**

L'analisi condotta consente di quantificare in circa 59 ettari il consumo di suolo associato agli interventi realizzati in funzione dei Giochi Olimpici Invernali. Si tratta di superfici naturali o semi-naturali che sono state trasformate in suolo artificializzato, nella maggior parte dei casi in forma reversibile.
La prevalenza del consumo di suolo reversibile è attribuibile, in larga misura, allo stato attuale dei cantieri: molti degli interventi risultano infatti ancora in fase di realizzazione o allestimento, un esempio nella Figura 107. In tali condizioni, risulta prematuro distinguere con precisione le superfici di suolo destinate a una trasformazione irreversibile da quelle che, una volta conclusi i lavori, potrebbero essere rinaturalizzate, seppur con tempistiche e modalità ancora non definite.
La stima di 59 ettari di superficie interessata da cambiamenti nella copertura del suolo attribuibili ai Giochi Olimpici corrisponde al 37% del totale degli interventi previsti.

Figura 107. Foto di Silverio Lacedelli, scattata l'11 luglio 2025 a Fiames nel comune di Cortina d'Ampezzo tratta dal concorso fotografico "Uno scatto per raccontare il cambiamento"

Di seguito sono riportati alcuni degli interventi realizzati o in corso d'opera:

1) Riqualificazione trampolini, sala atleti, torre giudici e tribuna allenatori – Ski Jumping Stadium Predazzo, comune di Predazzo (TN) (Figura 108). Le attività comprendono la demolizione e ricostruzione dei trampolini, l'ammodernamento delle infrastrutture tecniche e viarie, l'installazione di nuovi impianti tecnologici e la realizzazione di un sistema di mobilità interna (ascensore inclinato).

Figura 108. A sinistra è rappresentata l'area prima dell'avvio dei lavori; a destra, la stessa zona durante le fasi di cantiere. Il consumo di suolo stimato tra il 2023 e il 2024 è di circa 0,5 ettari

2) Villaggio Olimpico Predazzo – Guardia di Finanza, comune di Predazzo (TN) (Figura 109). Realizzazione e riqualificazione del complesso destinato all'accoglienza olimpica, con potenziamento della capacità ricettiva e adeguamento strutturale e sismico degli edifici esistenti.

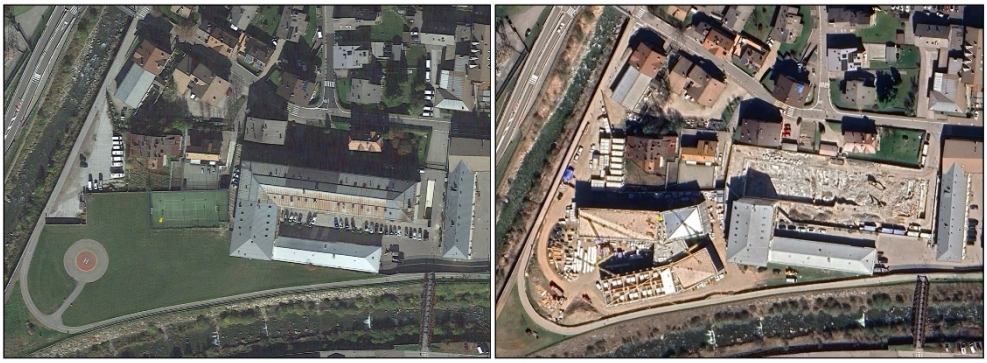


Figura 109. Nell'immagine di sinistra è mostrata l'area interessata dall'intervento prima dell'inizio dei lavori; a destra, la corrispondente area di cantiere. La superficie di suolo consumato è pari a circa 0,6 ettari

3) Circonvallazione di Perca, comune di Perca (BZ) (Figura 110). Miglioramento della viabilità e della sicurezza stradale lungo l'asse della Val Pusteria, con realizzazione di una variante esterna all'abitato di Perca.

Figura 110. Nella parte superiore, l'area interessata dall'intervento prima dell'inizio dei lavori, mentre nella parte inferiore è rappresentata l'area di cantiere relativa all'intervento descritto, con una superficie di circa 10 ettari

5) Cortina Sliding Centre – Pista "Eugenio Monti", comune di Cortina d'Ampezzo (BL) (Figura 111 e Figura 112). Riqualificazione e valorizzazione della storica pista da bob di Cortina per le discipline su

ghiaccio, con opere di ricostruzione, ammodernamento e realizzazione di spazi museali e memoriali in vista dei Giochi Olimpici.

Figura 111. Le immagini mostrano, in alto, lo stato dell'area prima dell'intervento e, in basso, l'area di cantiere corrispondente, pari a circa 5 ettari di superficie. Fonti: in alto, ARPAV – immagine satellitare Triplesat (2023); in basso, Regione del Veneto – Direzione Pianificazione Territoriale, immagine satellitare Gaofen SV-2 ad altissima risoluzione (luglio 2024)

Figura 112. Foto di Carlotta Bartolucci, scattata il 4 ottobre 2024 a Cortina d'Ampezzo, tratta dal concorso fotografico "Uno scatto per raccontare il cambiamento"

L'analisi presentata in questo capitolo presenta alcuni limiti che possono aver introdotto margini di incertezza nella quantificazione del consumo di suolo.
In primo luogo, l'area di indagine è circoscritta al Nord Italia, con particolare riferimento al contesto dolomitico, una regione in cui la persistente copertura nuvolosa per gran parte dell'anno riduce la disponibilità di immagini Sentinel-2 di qualità sufficiente per un'interpretazione affidabile. Sebbene le immagini ottiche acquisite dalla missione Sentinel-2 costituiscano un valido strumento di supporto per il monitoraggio territoriale, la loro risoluzione spaziale risulta talvolta insufficiente per analisi di dettaglio su scala locale.
Un'ulteriore criticità è rappresentata dalla limitata precisione delle informazioni disponibili sulla localizzazione degli interventi. L'assenza di dati spaziali puntuali o di perimetrazioni chiaramente definite ha reso, in diversi casi, complessa l'attribuzione certa delle variazioni nella copertura del suolo ai singoli progetti analizzati.

GLI USI DEL SUOLO DEI NUOVI CAMBIAMENTI

Nell'ambito dell'attività di monitoraggio 2022-2023 è stata introdotta, in via sperimentale, una codifica di uso del suolo per la caratterizzazione dei nuovi poligoni di consumo di suolo, la cui conduzione è subordinata alla disponibilità di informazioni che rendano possibile la determinazione della destinazione d'uso dell'area di cambiamento. Per la descrizione dell'uso del suolo è stato definito un sistema di classificazione in linea con i *Land Use Attributes* (LUA) di EAGLE che al primo livello di classificazione consente di distinguere uso residenziale, uso non residenziale e infrastrutture.

Analizzando le classi di uso attribuite ai nuovi cambiamenti rilevati tra il 2023 e il 2024, l'uso residenziale riguarda circa un terzo dei nuovi edifici (classe 111, i restanti sono adibiti ad attività produttive e per la logistica), circa il 10% dei nuovi piazzali pavimentati (classe 116) e alcuni cantieri (classe 122), mentre oltre tre quarti delle aree totali di cambiamento (escluse quelle ad uso non definito) sono legate all'uso non residenziale. In particolare, risultano generalmente a uso non residenziale le attività estrattive (classe 123 e 124), i pannelli fotovoltaici (classe 125), le serre pavimentate (classe 117), le discariche (classe 118) e gran parte delle nuove aree di cantieri e dei piazzali, sia in terra battuta (classe 122) che pavimentati (classe 123).

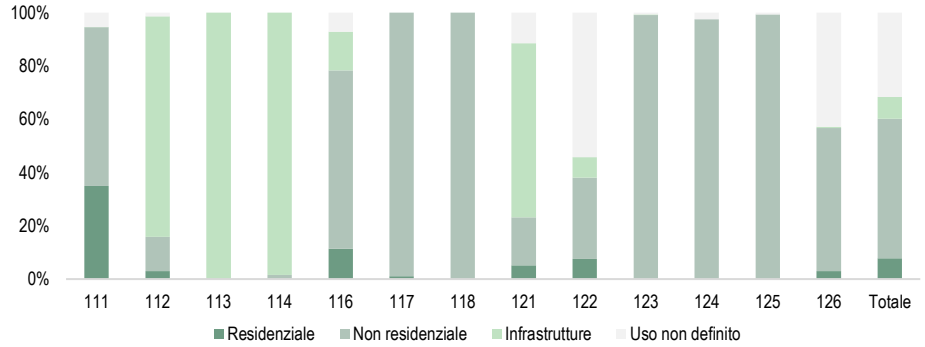


Figura 113. Uso del suolo del nuovo consumo di suolo rilevato tra il 2023 e il 2024 a livello nazionale, espressa in termini di ripartizione percentuale dei cambiamenti afferenti a ciascuna classe rispetto a uso residenziale, non residenziale e infrastrutture. Per le classi di consumo di suolo si considera la seguente codifica, introdotta in Tabella 1: 111. Edifici, fabbricati; 112. Strade pavimentate; 113. Sede ferroviaria; 114. Aeroporti; 115. Porti; 116. Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate; 117. Serre permanenti pavimentate; 118. Discariche; 121. Strade non pavimentate; 122. Cantieri e altre aree in terra battuta; 123. Aree estrattive non rinaturalizzate; 124. Cave in falda; 125. Impianti fotovoltaici a terra; 126. Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali del suolo. Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

A livello regionale, al netto della porzione di cambiamenti ai quali non è stata associata la codifica di uso, nel complesso il non residenziale prevale in tutte le regioni, superando il 90% del totale in Sardegna, Basilicata e Friuli-Venezia Giulia, mentre l'uso residenziale è il meno presente.

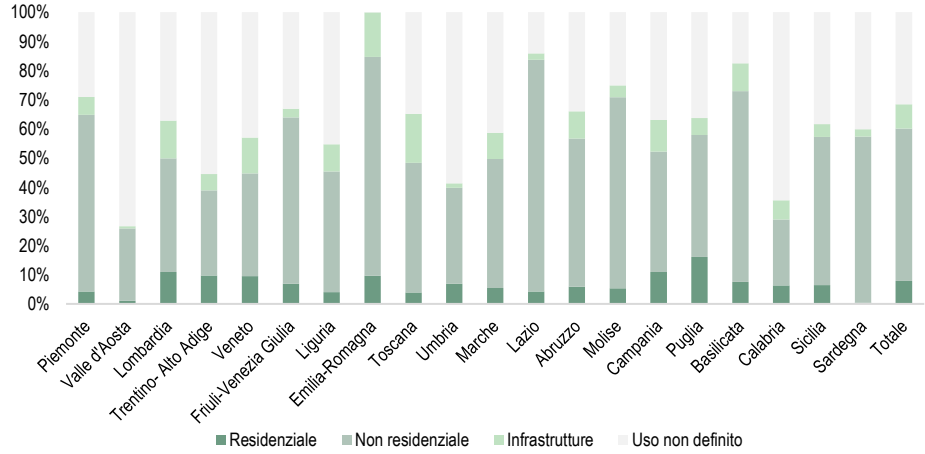


Figura 114. Uso del suolo del nuovo consumo di suolo rilevato tra il 2023 e il 2024 a livello regionale, espressa in termini di uso residenziale, non residenziale e infrastrutture. Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

DISTRIBUZIONE TERRITORIALE DEL CONSUMO DI SUOLO

DISTRIBUZIONE DEI CAMBIAMENTI

La conformazione territoriale del nostro Paese, considerate le sue peculiarità geologiche, morfologiche e idrografiche, così come la sua biodiversità, la capacità di supportare una produzione agricola di qualità, il paesaggio e gli aspetti storici, sociali e culturali, rende la tutela del suolo una chiave fondamentale per la sostenibilità del nostro territorio. Ciononostante, il consumo di suolo negli ultimi anni è intervenuto anche nelle fasce di pericolosità per frane e alluvioni, in zone a rischio sismico di varia natura, così come in altre aree vincolate, nelle aree protette, lungo la costa e le sponde dei corpi idrici, nelle pianure e nelle valli dove il suolo è più fertile o in corrispondenza di aree agricole e di preziosi ambienti naturali. L'evoluzione recente del nostro territorio a causa delle nuove coperture artificiali è stata analizzata nel dettaglio dei diversi usi e coperture del suolo oltre che nelle diverse conformazioni di altitudine, pendenza e distanza dalla costa. Comprendere la distribuzione delle trasformazioni del suolo consumato e la loro variazione nel tempo è uno sforzo che si rende necessario per fornire una caratterizzazione efficace del fenomeno, in grado di essere, al contempo, base conoscitiva, supporto e riscontro analitico per le politiche sul territorio e per la tutela delle aree più fragili del nostro Paese.

Da una prima lettura dei dati in Tabella 74, che saranno discussi nel dettaglio nei paragrafi seguenti, si conferma la tendenza a consumare sui suoli maggiormente accessibili (fascia costiera, pianure e fondi valle) e nelle aree a vocazione agricola in prossimità della frangia insediata dei grandi poli urbani. Si accentua anche la tendenza alla perdita delle aree naturali in ambiente urbano, preziose per assicurare la qualità della vita e una maggiore capacità di adattamento ai cambiamenti climatici in corso.

L'analisi considera anche parametri socioeconomici per evidenziare la connessione del fenomeno con le caratteristiche delle aree urbane e territoriali, confermando che la copertura artificiale del suolo prosegue nel nostro Paese, come già illustrato nelle precedenti edizioni e come conferma il rapporto di quest'anno, ed è ancora slegata da esigenze abitative e necessità di rigenerazione sia urbanistica che sociale. Al contrario, si consuma molto suolo anche dove la popolazione ristagna, in un contesto nazionale di recessione demografica e nei comuni di cintura metropolitana e nelle zone intermedie, divenute spesso vere e proprie terre di mezzo raggiunte a fatica dai servizi e con i problemi di inclusione sociale e identità già noti.

La correlazione con i valori immobiliari, con lo scopo di osservare i pattern di concentrazione delle trasformazioni del suolo nelle aree già densamente urbanizzate, rende evidente come il valore immobiliare e la rendita rappresentino ancora un significativo driver in quelle aree libere delle nostre città che, peraltro, rappresentano una risorsa preziosa per la sostenibilità ambientale e sociale.

Tabella 74. Distribuzione del suolo consumato (ettari e percentuale sulla superficie di ciascuna classe), del consumo di suolo (ettari di nuovo consumo ed ettari consumo al netto delle rinaturalizzazioni) e densità di consumo di suolo netto (metri quadrati di consumo per ettaro di superficie della fascia e per ettaro di superficie della fascia al netto delle superfici già consumate)

Distribuzione territoriale del consumo di suolo		Suolo consumato		Consumo di suolo		Densità consumo di suolo	
		(ha)	(%)	(ha)	(ha) netto	(m^2/ha)	(m^2/ha) al netto del già consumato
Aree Protette EUAP	all'interno	58.328	1,9	83	81	0,3	0,3
	all'esterno	2.099.132	7,8	8.287	7.769	2,9	3,1
Aree vincolate per la tutela paesaggistica	all'interno	560.866	5,4	1.640	1.521	1,5	1,6
	all'esterno	1.596.595	8,1	6.730	6.329	3,2	3,5
Valore Ecologico	molto alto	22.002	1,2	53	49	0,3	0,3
	alto	100.101	1,9	385	365	0,7	0,7
	medio	92.755	2,3	563	536	1,4	1,4
	bassa	357.999	5,3	2.722	2.617	4,0	4,2
	molto bassa	212.571	5,5	1.787	1.637	4,7	4,9
	non valutata	849.077	60,2	1.251	1.153	8,9	22,2
Fragilità ambientale	molto alto	2.399	5,3	26	25	5,7	6,1
	alto	25.568	3,8	152	143	2,3	2,4
	medio	68.747	3,1	492	473	2,2	2,3
	bassa	267.031	3,4	1.817	1.716	2,3	2,4
	molto bassa	421.681	3,8	3.023	2.847	2,7	2,9
	non valutata	849.077	60,2	1.251	1.153	8,9	22,2
Aree a pericolosità idraulica	elevata	104.148	6,4	458	421	2,8	3,0
	media	282.364	9,4	1.303	1.171	4,8	4,8
	bassa	473.397	11,2	1.918	1.759	4,5	5,1
	altro	1.683.703	6,5	6.452	6.091	2,5	2,7
Aree a pericolosità da frana	P4	24.102	2,3	50	47	0,5	0,5
	P3	46.128	2,5	85	77	0,5	0,5
	P2	74.849	4,2	185	171	1,0	1,1
	P1	79.128	5,1	199	194	1,3	1,4
	AA	31.193	4,4	89	79	1,2	1,3
	altro	1.901.579	8,2	7.763	7.850	3,4	3,7
Aree a pericolosità sismica	molto alta	86.002	4,7	414	392	2,2	2,3
	alta	737.920	7,1	2.652	2.481	2,5	2,7
	altro	1.333.210	7,5	5.304	4.977	3,0	3,2
Aree percorse dal fuoco*	all'interno	4.751	1,2	28	27	0,7	0,7
	all'esterno	2.152.710	7,3	8.342	7.823	2,8	3,0
Siti contaminati di interesse nazionale	all'interno	21.829	14,8	305	300	20,3	23,8
	all'esterno	2.135.631	7,1	8.065	7.551	2,5	2,7
Corpi idrici	0-150m	240.738	8,2	880	815	2,8	3,0
	>150m	1.916.723	7,1	7.490	7.035	2,6	2,8
Fascia costiera	0-300m	63.690	22,9	107	101	3,6	5,0
	300-1.000m	88.311	19,1	267	261	5,7	7,2
	1.000-10.000m	371.901	8,7	2,121	2.055	4,8	5,5
	>10.000m	1.633.569	6,5	5.875	5.434	2,2	2,5
Classi altimetriche	Pianura	1.602.801	11,4	6.956	6.538	4,7	5,6
	Collina	361.256	5,4	958	897	1,3	1,5
	Montagna	193.404	2,1	456	415	0,4	0,5
Classi di pendenza	0-10%	1.556.306	13,4	7.037	6.618	5,7	7,0
	>10%	601.153	3,2	1.333	1.232	0,7	0,7
Copertura del suolo	Superfici consolidate	-	-	2	2	0,04	-
	Sup. non consolidate	-	-	28	28	0,9	-

Distribuzione territoriale del consumo di suolo		Suolo consumato		Consumo di suolo		Densità consumo di suolo	
		(ha)	(%)	(ha)	(ha) netto	(m²/ha)	(m²/ha) al netto del già consumato
	Latifoglie	-	-	974	939	1,0	-
	Conifere	-	-	66	64	0,3	-
	Arbusteti	-	-	264	253	1,3	-
	Erb. Periodico	-	-	4.290	4.038	4,7	-
	Erb. Permanente	-	-	2.721	2.502	5,3	-
	Corpi idrici permanenti	-	-	23	21	0,5	-
	Ghiacci e nevi perenni	-	-	0	0	0,0	-
	Zone umide	-	-	2	2	0,3	-
Uso del suolo	Seminativi	-	-	3.899	3.673	4,7	-
	Foraggere	-	-	445	416	4,7	-
	Colture permanenti	-	-	686	666	3,0	-
	Altre aree agricole	-	-	531	494	2,3	-
	Foreste e arboricoltura da legno	-	-	337	322	0,3	-
	Cave e miniere	-	-	59	40	36,5	-
	Uso urbano e assimilati	-	-	1.815	1.662	17,8	-
	Usi d'acqua	-	-	18	17	0,4	-
	Zone umide	-	-	2	2	0,3	-
	Altri usi non economici	-	-	578	558	1,3	-
Tipologie di comuni – perifericità	A - Polo	414.619	17,0	1.329	1.199	4,9	5,9
	B – Polo intercomunale	43.847	12,1	150	142	3,9	4,5
	C – Cintura	941.822	9,8	3.463	3.057	3,2	3,5
	D – Intermedio	420.952	5,6	1.390	1.265	1,7	1,8
	E – Periferico	277.961	3,5	809	693	0,9	0,9
	F – Ultraperiferico	50.785	2,3	109	80	0,4	0,4
	Non disponibile	1.206	0,8	-	-	-	-
Densità demografica	0 (ab/km²)	80.940	0,8	980	946	0,9	0,9
	0 – 1 (ab/km²)	165.056	2,7	1.398	1.332	2,2	2,2
	1 – 20 (ab/km²)	507.846	6,3	2.917	2.698	3, 3	3,6
	20 – 100 (ab/km²)	407.655	14,0	1.377	1.278	4,4	5,1
	100 – 150 (ab/km²)	103.523	20,8	259	245	4,9	6,2
	150 – 200 (ab/km²)	77.031	24,6	198	186	5,9	7,9
	200 – 500 (ab/km²)	277.312	34,5	596	556	6,9	10,6
	500 – 1.000 (ab/km²)	236.855	54,9	387	365	8,5	18,7
	1.000 – 5.000 (ab/km²)	289.457	75,2	257	244	6,3	25,4
	5.000 – 10.000 (ab/km²)	11.459	92, 6	1	0	0,0	0,5
	> 10.000 (ab/km²)	325	97,8	0	-	0,0	-
Caratteri demografici – indice di dipendenza	0	431.676	5,6	2.116	1.971	1,9	2,0
	0 -25	52.155	8,4	423	403	4,3	4,6
	25 – 50	472.697	10,6	2.022	1.915	3,4	3,7
	50 - 75	887.478	7,8	2.557	2.376	2,8	3,2
	75 – 100	178.726	5,2	514	474	2,1	2,2
	100 – 125	92.423	4,8	442	419	2,4	2,5
	125 – 150	16.153	4,3	189	192	5,7	6,0
	> 150	26.152	4,3	107	101	1,7	1,7
Aree urbane e tipologia di tessuto urbano	Centri urbani ad alta densità	444.945	75,40	552	516	8,75	35,43
	Aree urbane a media densità	643.137	28,06	1.717	1.609	7,02	9,75
	Zone rurali	952.092	3,52	4.789	4.435	1,64	1,70

Distribuzione territoriale del consumo di suolo		Suolo consumato		Consumo di suolo		Densità consumo di suolo	
		(ha)	(%)	(ha)	(ha) netto	(m^2/ha)	(m^2/ha) al netto del già consumato
	Alta artificializzazione e bassa popolazione	117.252	80,12	1.277	1.255	85,74	413,37
Densità delle coperture artificiali	Rurale	539.489	2,2	3.517	3.327	1,3	1,4
	Suburbano	1.012.172	23,1	4.121	3.839	8,8	11,4
	Urbano	605.799	77,0	732	685	8,7	37,9
Distanza dai centri urbani principali	< 2 km	109.345	47,8	215	198	9,4	18,0
	2 km – 5 km	237.665	20,0	873	832	7,3	9,2
	5 km – 10 km	447.546	11,3	2.115	1964	5,3	6,0
	10 km – 50 km	1.303.922	3,4	5.922	5616	1,6	1,6
Fasce OMI	Extraurbana	937.663	3,5	5.364	4.992	2,0	2,1
	Suburbana	263.307	26,3	991	957	9,9	13,4
	Periferica	436.292	33,7	1.295	1.227	10,0	15,0
	Semicentrale	119.953	51,6	187	177	8,0	16,6
	Centrale	394.535	45,3	527	493	6,1	11,1

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Figura 115. "Chi vincerà? Riuscirà la campagna a riconquistare il terreno perduto?", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Marcello Manara il 9 luglio 2025 nel comune di Valtese (BG)

FASCIA COSTIERA, CORPI IDRICI, CLASSI ALTIMETRICHE E DI PENDENZA

Fascia costiera

Il suolo consumato in percentuale nei primi 300 metri dalla linea di costa è più del triplo del valore medio del resto del territorio nazionale (Figura 116, Figura 117 e Figura 120) e in due delle 15 regioni bagnate dal mare occupa quasi la metà della superficie, con un massimo in Liguria (48,15%) e nelle Marche (45,64%); il valore rimane al di sopra della media nazionale per 9 regioni su 15 nella fascia tra 300 e 1.000 metri dalla linea di costa, con un massimo in Emilia-Romagna (35,67%) e per 9 regioni su 15 tra i 1.000 e i 10.000 metri (Tabella 75).

Figura 116. Confronto tra le immagini del 2005 (sinistra) e del 2023 (destra) dell'aumento del suolo consumato nel comune di Ribera (AG) a meno di 300 m dalla linea di costa

Figura 117. Confronto tra le immagini del 2005 (sinistra) e del 2023 (destra) dell'aumento del suolo consumato nel comune di Termoli (CB) a meno di 300 m dalla linea di costa

Tabella 75. Percentuale di suolo consumato al 2024, incremento lordo in ettari e in percentuale del suolo consumato tra il 2023 e il 2024 e densità di consumo di suolo rispetto alla linea di costa, con riferimento ai primi 300 metri e alle fasce con distanza compresa tra 300 e 1.000 metri e tra 1.000 e 10.000 metri

Regione	Suolo consumato (%)			Consumo di suolo (ha)			Consumo di suolo (%)			Densità di consumo di suolo (m²/ha)		
	entro 300m	tra 300 e 1.000m	tra 1 e 10km	entro 300m	tra 300 e 1.000m	tra 1 e 10km	entro 300m	tra 300 e 1.000m	tra 1 e 10km	entro 300m	tra 300 e 1.000m	tra 1 e 10km
Veneto	9,99	10,17	12,71	6	9	75	0,16	0,24	0,35	2,03	2,15	4,26
Friuli-Venezia Giulia	13,53	14,94	12,02	9	11	16	0,47	0,48	0,17	4,19	6,96	1,57
Liguria	48,16	29,39	8,03	1	4	21	0,02	0,07	0,11	0,00	1,41	0,83
Emilia-Romagna	38,47	35,67	11,32	12	24	85	0,44	0,60	0,59	18,38	20,10	6,22
Toscana	22,36	16,46	8,27	6	11	61	0,14	0,21	0,30	3,81	2,46	2,71
Marche	45,65	30,83	12,10	0	5	70	0,02	0,12	0,41	0,00	3,33	4,72
Lazio	30,25	21,49	10,90	2	8	388	0,06	0,18	1,52	1,78	2,86	15,83
Abruzzo	38,03	32,80	11,24	2	8	74	0,14	0,27	0,57	2,34	11,99	5,80
Molise	20,76	17,25	5,60	0	0	18	0,09	0,08	1,02	0,00	3,90	4,97
Campania	35,80	30,29	16,62	4	10	100	0,09	0,13	0,25	3,70	2,73	4,15
Puglia	29,71	21,76	9,95	13	36	339	0,17	0,32	0,59	5,00	7,25	5,86
Basilicata	6,99	4,83	3,89	0	0	9	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	2,11
Calabria	29,65	19,83	5,05	13	22	137	0,19	0,22	0,47	5,14	3,86	2,38
Sicilia	29,20	22,98	9,47	25	60	316	0,20	0,33	0,46	5,34	7,72	4,14
Sardegna	9,56	8,49	4,53	13	59	412	0,23	0,79	1,33	1,74	7,03	5,77
Italia	**22,88**	**19,13**	**8,74**	**107**	**267**	**2121**	**0,17**	**0,30**	**0,57**	**3,59**	**5,68**	**4,86**

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Il massimo valore di suolo consumato si registri a circa 110 metri di distanza dalla linea di costa, per poi decrescere con andamento parabolico fino a raggiungere, dopo i 4 km, un valore per lo più costante (Riitano *et al.*, 2020). Circa un terzo del nuovo suolo consumato in Italia tra il 2023 e il 2024 è localizzato entro 10 km dalla costa; la Sicilia presenta il massimo aumento di suolo consumato sia nella fascia 0-300 metri (+25 ettari) che nella fascia 300-1.000 m (+60 ettari). La Sardegna presenta il massimo aumento di consumo di suolo nella fascia 1.000-10.000m con un aumento di 412 ettari. L'Emilia-Romagna è la regione con i valori più alti di densità di consumo di suolo nelle fasce 0-300 metri e 300-1.000 metri, con, rispettivamente, 18,38 e 20,10 metri quadrati di nuovo suolo consumato per ogni ettaro di estensione delle fasce; tra i 1.000 e i 10.000 metri il valore più elevato si ha nel Lazio, con 15,83 m²/ha (Tabella 75).

Figura 118. Foto di Teresa Benincasa, scattata a Gioia Tauro e tratta dal concorso fotografico "Uno scatto per raccontare il cambiamento"

Figura 119. Suolo consumato in percentuale in fascia costiera. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Figura 120. Confronto tra le immagini del 2005 (sinistra) e del 2023 (destra) dell'aumento del suolo consumato nel comune di San Giorgio di Nogaro (UD) a meno di 300 m dalla linea di costa

Corpi idrici

Entro un intorno di 150 metri dai principali corpi idrici si rileva una presenza di superfici artificializzate superiore al valore medio nazionale (8,23%), con un incremento di 880,10 ettari nell'ultimo anno, concentrati per quasi il 40% lungo i corpi idrici di Emilia-Romagna (138,98 ettari), Lombardia (109,49 ettari) e Piemonte (91,99 ettari), mentre l'Abruzzo è la regione con la maggiore densità di cambiamenti (8,62 metri quadrati di consumo di suolo per ettaro di superficie della fascia nella regione) (Tabella 76).

Tabella 76. Suolo consumato (2024) e consumo di suolo lordo (2023-2024) entro i 150 metri dai corpi idrici permanenti

Regione	Suolo consumato (%)	Consumo di suolo (ha)	Consumo di suolo (%)	Densità di consumo di suolo (m²/ha)
Piemonte	7,68	91,99	0,39	2,64
Valle d'Aosta	10,66	3,94	0,18	1,88
Lombardia	9,50	109,49	0,33	2,85
Trentino-Alto Adige	9,21	36,26	0,39	3,54
Veneto	10,81	88,64	0,25	2,26
Friuli-Venezia Giulia	7,53	18,26	0,25	1,59
Liguria	19,35	4,61	0,06	1,17
Emilia-Romagna	8,23	138,98	0,51	3,74
Toscana	8,36	39,15	0,22	1,72
Umbria	5,84	16,92	0,38	2,21
Marche	10,98	22,54	0,34	3,60
Lazio	8,57	34,53	0,34	2,65
Abruzzo	7,90	55,85	1,13	8,62
Molise	4,83	4,27	0,33	1,38
Campania	11,59	45,45	0,46	5,28
Puglia	7,46	20,15	0,31	2,29
Basilicata	3,46	13,29	0,64	2,05
Calabria	6,73	17,69	0,21	1,40
Sicilia	5,86	83,46	0,61	3,42
Sardegna	4,19	34,63	0,42	1,77
Italia	**8,23**	**880,10**	**0,37**	**2,79**

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Classi altimetriche

Confrontando la carta nazionale del consumo di suolo con i dati relativi all'**altitudine**[56], il suolo consumato occupa l'11,44% delle aree di pianura (con un massimo del 21,99% in Trentino-Alto Adige), rimanendo al di sotto della media nazionale in collina (5,41%, ma con un massimo del 26,32% in Valle d'Aosta) e in montagna (2,06%) (Tabella 77).
Tra il 2023 e il 2024, nelle aree di pianura si è concentrato oltre l'80% del nuovo consumo di suolo (6.956 ettari, con un aumento dello 0,44% rispetto all'anno precedente, localizzati per oltre il 12% in Emilia-Romagna) (Tabella 77). Le aree di pianura sono anche quelle con la maggiore densità di consumo di suolo rispetto all'estensione della fascia (4,67 m²/ha, tripla rispetto alle aree collinari e dieci volte maggiore di quella delle aree montane, con un massimo di 9,26 m²/ha in Trentino-Alto Adige).
In area collinare, il 40% dei 958 ettari di nuovi cambiamenti sono stati rilevati in Sicilia, in Piemonte e in Campania (con, rispettivamente, 191, 120 e 104 ettari), mentre in montagna la regione con il maggiore aumento è il Trentino-Alto Adige (83 ettari). L'Abruzzo ha il maggiore aumento percentuale rispetto al 2023 sia in collina (+0,54%) che in montagna (+0,44%).

Tabella 77. Percentuale di suolo consumato al 2024, incremento lordo in ettari e in percentuale del suolo consumato tra il 2023 e il 2024 e densità di consumo di suolo rispetto all'altimetria

Regione	Suolo consumato (%)			Consumo di suolo (ha)			Consumo di suolo (%)			Densità di consumo di suolo (m²/ha)		
	Pianura	Collina	Montagna	Pianura	Collina	Montagna	Pianura	Collina	Montagna	Pianura	Collina	Montagna
Piemonte	11,01	9,55	1,47	421	120	16	0,40	0,24	0,10	4,06	1,91	0,14
Valle d'Aosta	0,11	26,32	1,51	0	5	6	0,00	0,20	0,13	0,00	5,24	0,18
Lombardia	17,89	14,10	1,64	774	29	31	0,31	0,09	0,25	5,15	1,16	0,40
Trentino-Alto Adige	21,99	10,30	1,78	42	13	83	0,42	0,18	0,38	9,26	1,87	0,64
Veneto	15,87	7,48	1,99	688	14	28	0,35	0,16	0,30	4,95	1,00	0,50
Friuli-Venezia Giulia	13,80	4,99	1,00	171	2	9	0,30	0,04	0,30	3,85	0,22	0,30
Liguria	18,07	4,42	1,69	26	1	0	0,09	0,02	0,01	1,65	-0,15	0,02
Emilia-Romagna	12,04	4,44	3,28	955	34	24	0,56	0,20	0,17	5,76	0,85	0,51
Toscana	8,97	3,77	1,98	236	25	10	0,22	0,10	0,12	1,89	0,39	0,23
Umbria	9,59	4,49	1,72	79	53	11	0,32	0,33	0,29	3,04	1,45	0,51
Marche	10,54	5,02	1,61	145	28	3	0,30	0,20	0,10	3,09	0,99	0,16
Lazio	11,99	6,09	1,61	710	57	18	0,65	0,23	0,29	7,54	1,29	0,33
Abruzzo	10,39	5,77	2,52	199	52	70	0,70	0,54	0,44	6,80	2,82	1,01
Molise	4,76	4,01	3,50	33	10	6	0,67	0,19	0,08	2,69	0,67	0,21
Campania	18,13	7,39	3,01	348	104	44	0,34	0,36	0,37	5,82	2,34	0,78
Puglia	9,59	5,12	2,21	727	89	2	0,55	0,38	0,10	5,16	1,95	0,22
Basilicata	3,02	3,48	3,14	67	31	15	0,85	0,29	0,11	2,46	0,96	0,31
Calabria	7,84	5,05	2,07	189	30	12	0,39	0,18	0,10	3,04	0,91	0,22
Sicilia	9,98	4,91	3,06	552	191	56	0,52	0,44	0,29	5,01	2,10	0,89
Sardegna	4,92	2,02	1,18	595	71	11	0,96	0,49	0,21	4,63	0,99	0,22
Italia	**11,44**	**5,41**	**2,06**	**6.956**	**958**	**456**	**0,44**	**0,27**	**0,24**	**4,67**	**1,34**	**0,44**

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Classi di pendenza

Nelle aree con pendenza minore del 10%, il 13,40% del suolo risulta consumato, con un massimo del 38,82% in Liguria e restando al di sopra della media nazionale in 11 delle 20 regioni (Tabella 78).
Oltre un terzo dei cambiamenti rilevati tra 2023 e 2024 ricade nell'area della Pianura Padana, in particolare in Emilia-Romagna (+933 ettari), Lombardia (+782 ettari) e Veneto (+673 ettari), mentre il maggiore aumento percentuale rispetto al 2023 si è avuto in Sardegna (+1,08%), Abruzzo (+0,80%) e Lazio (+0,65%) (Tabella 78).

[56] I dati sono derivati da un'elaborazione della cartografia Tinitaly 1.1 aggiornata nel 2023 dall'INGV (Tarquini *et al.*, 2023).

L'Abruzzo è la regione con la più alta densità di cambiamenti (10,60 metri quadrati di nuovo consumo di suolo per ettaro di territorio a bassa pendenza), mentre le aree con pendenza superiore al 10% risultano meno interessate da consumo di suolo, in primo luogo per via della minore accessibilità di tali aree, che ne limita la fruibilità.

Tabella 78. Percentuale di suolo consumato al 2024, incremento lordo in ettari e in percentuale del suolo consumato tra il 2023 e il 2024 e densità di consumo di suolo rispetto alla pendenza. La pendenza è espressa in percentuale, distinguendo aree con pendenza inferiore o pari al 10% e aree ad elevata pendenza (>10%)

Regione	Suolo consumato (%)		Consumo di suolo (ha)		Consumo di suolo (%)		Densità di consumo di suolo (m²/ha)	
	≤ 10%	> 10%	≤ 10%	> 10%	≤ 10%	> 10%	≤ 10%	> 10%
Piemonte	13,02	2,65	515	42	0,40	0,10	4,71	0,20
Valle d'Aosta	19,32	1,56	4	7	0,17	0,15	3,19	0,21
Lombardia	18,36	3,74	782	53	0,31	0,14	5,19	0,50
Trentino-Alto Adige	17,82	1,74	66	72	0,38	0,33	6,68	0,55
Veneto	17,27	3,40	673	57	0,35	0,23	5,43	0,69
Friuli-Venezia Giulia	14,82	2,13	167	15	0,31	0,17	4,22	0,33
Liguria	38,82	5,25	15	13	0,11	0,05	4,29	0,18
Emilia-Romagna	13,22	4,09	933	80	0,59	0,19	6,62	0,69
Toscana	14,18	3,15	209	61	0,23	0,12	3,22	0,36
Umbria	11,70	3,06	96	47	0,38	0,25	4,37	0,74
Marche	18,86	4,10	124	52	0,36	0,17	6,66	0,66
Lazio	13,58	4,35	637	147	0,65	0,34	8,61	1,38
Abruzzo	14,02	2,91	232	89	0,80	0,35	10,60	0,91
Molise	7,73	2,96	36	13	0,51	0,12	3,48	0,27
Campania	21,49	5,62	351	144	0,38	0,28	7,77	1,31
Puglia	9,18	3,53	782	36	0,54	0,30	4,83	1,06
Basilicata	5,51	2,52	77	36	0,61	0,19	3,19	0,44
Calabria	11,63	3,29	147	84	0,39	0,22	4,49	0,71
Sicilia	12,10	3,78	593	206	0,57	0,32	6,69	1,16
Sardegna	6,24	1,70	599	78	1,08	0,30	6,58	0,49
Italia	**13,40**	**3,25**	**7.037**	**1.333**	**0,45**	**0,22**	**5,70**	**0,67**

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

CLASSI DI COPERTURA E AMBITI DI USO DEL SUOLO

La distribuzione territoriale del consumo di suolo rispetto alle classi di copertura del suolo e agli ambiti di uso del suolo è stata valutata utilizzando le mappe di uso e copertura del suolo realizzate da ISPRA e basate sull'integrazione della carta nazionale del consumo di suolo con i principali dati CLMS.

Dal punto di vista della **copertura del suolo**, il consumo di suolo si è concentrato prevalentemente nelle aree vegetate, in particolare nelle aree a copertura erbacea, dove ricade oltre l'80% dei cambiamenti totali (dei quali 4.038,6 ettari nell'erbaceo periodico, in forte aumento rispetto allo scorso anno, e 2.501,8 in quello permanente, che rimane allineato ai valori del precedente monitoraggio). Le aree con vegetazione erbacea sono anche quelle con i più alti valori di densità di cambiamenti, con oltre 5 metri quadrati di consumo di suolo per ogni ettaro di territorio nelle aree con vegetazione erbacea permanente e poco meno (4,69 m²/ha) nelle aree coperte da vegetazione erbacea periodica (Tabella 79).

Tabella 79. Indicatori di consumo di suolo netto nelle classi di copertura per il periodo 2023-2024

Copertura del suolo	Consumo di suolo netto (ha)	Densità di consumo di suolo (m²/ha)
Superfici consolidate	1,8	0,04
Superfici non consolidate	28,5	0,94
Latifoglie	939,7	0,99
Conifere	64,0	0,34
Arbusteti	253,2	1,28
Erbaceo periodico	4038,6	4,69
Erbaceo permanente	2501,8	5,30
Corpi idrici permanenti	21,1	0,48
Ghiacci e nevi perenni	0,0	0,00
Zone umide	1,8	0,33

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia ISPRA/SNPA

Con riferimento agli attributi di **uso del suolo**, quasi un terzo dei cambiamenti avvenuti tra il 2023 e il 2024 a livello nazionale hanno interessato le aree agricole, con particolare riferimento ai seminativi, dove si sono concentrano 3.673,4 ettari di nuovo consumo di suolo. Importante anche il nuovo consumo di suolo nelle aree già a uso urbano e aree assimilate, ivi ricade oltre un quinto dei cambiamenti (21,2%) e i valori di densità più alti dopo quelli delle aree destinate ad attività estrattive (Tabella 80).

Tabella 80. Indicatori di consumo di suolo nelle classi di uso per il periodo 2023-2024

Uso del suolo	Consumo di suolo (ha)	Densità di consumo di suolo (m²/ha)
Seminativi	3.673,4	4,74
Foraggere	415,9	4,69
Colture permanenti	666,5	2,99
Altre aree agricole	493,5	3,14
Forestale	321,9	0,35
Cave e miniere	40,1	36,52
Urbano e aree assimilate	1.662,4	17,80
Usi d'acqua	16,7	0,40
Zone umide	1,8	0,33
Altri usi non economici	558,2	1,29

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia ISPRA/SNPA

L'analisi della distribuzione spaziale del nuovo consumo di suolo rispetto agli ambiti di uso e copertura del suolo mostra una forte pressione esercitata in particolare sulle aree a copertura erbacea e uso agricolo. Osservando la densità di cambiamenti rispetto alle classi al secondo livello di classificazione dello strato Crop Type al 2021, tale tendenza si conferma in tutte le classi, con l'eccezione delle aree coltivate a tuberi e colture da radice e delle colture permanenti, mentre, in tutte le altre classi, il nuovo suolo consumato per unità di superficie è superiore alla media nazionale.

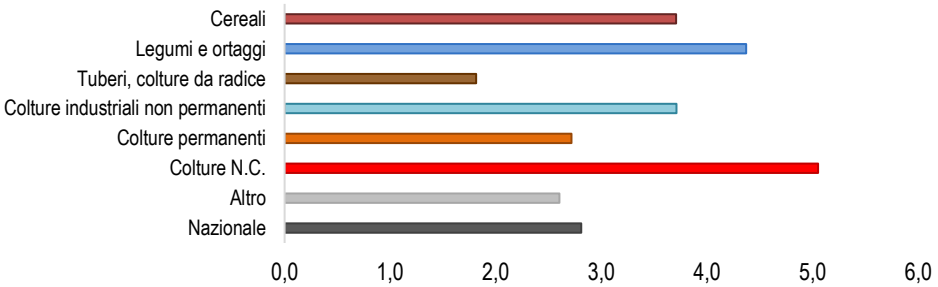


Figura 121. Densità di consumo di suolo rispetto alle classi al secondo livello di classificazione dello strato CLMS HRL *Crop type* al 2021, espresso in metri quadrati di nuovo suolo consumato tra il 2023 e il 2024 per ettaro di estensione della classe. Fonte: elaborazione ISPRA su dati CLMS e SNPA

AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA, DA FRANA E SISMICA

Aree a pericolosità idraulica

L'analisi delle superfici artificiali soggette a rischio idrogeologico in Italia è fornita dal confronto tra la cartografia del consumo di suolo e le mosaicature nazionali ISPRA[57] 2021 e 2024 realizzate sulla base dei Piani di Assetto Idrogeologico – PAI Frane (v. 5.0 – 2024) e delle mappe di pericolosità idraulica redatte dalle Autorità di bacino distrettuali, nell'ambito del II ciclo di gestione, secondo gli scenari previsti dal D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva Alluvioni (2007/60/CE). Nelle aree a pericolosità idraulica media[58] (MPH – *Medium Probability Hazard*, allagabili in caso di eventi con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni) ricade il 13,08% del suolo consumato totale, che va a coprire il 9,37% della superficie della classe (Tabella 81), un valore sensibilmente superiore alla media nazionale. La Liguria è la regione con le percentuali maggiori di suolo consumato in aree a pericolosità idraulica, mentre valori superiori al 9% in aree a pericolosità media si registrano in Trentino-Alto Adige, Veneto, Emilia-Romagna, Toscana, Marche, Lazio, Abruzzo, Campania e Sicilia.

Nelle aree a pericolosità idraulica media, il nuovo consumo di suolo ha interessato 1.303 ettari tra il 2023 e il 2024, dei quali più della metà in Emilia-Romagna (721 ettari) e la restante parte divisa più o meno omogeneamente nelle altre regioni con un picco in Toscana di 100 ettari, mentre il maggior incremento percentuale si è avuto in Molise (+1,70%), Abruzzo (+1,18%) e Lazio (+0,58%), a fronte di un incremento medio nazionale dello 0,46%.

Tabella 81. Percentuale di suolo consumato al 2024 e incremento lordo in ettari e in percentuale di consumo di suolo tra 2023 e 2024 nelle aree a pericolosità idraulica[59]

Regione	Suolo consumato in aree a pericolosità idraulica (%)			Consumo di suolo lordo in aree a pericolosità idraulica (ha)			Consumo di suolo lordo in aree a pericolosità idraulica (%)		
	Elevata (HPH)	Media (MPH)	Bassa (LPH)	Elevata (HPH)	Media (MPH)	Bassa (LPH)	Elevata (HPH)	Media (MPH)	Bassa (LPH)
Piemonte	3,67	5,93	9,58	20	45	110	0,43	0,36	0,35
Valle d'Aosta	3,11	4,68	9,46	1	2	4	0,24	0,16	0,13
Lombardia	4,50	6,74	11,00	38	59	141	0,46	0,36	0,27
Trentino-Alto Adige	3,03	16,75	16,75	0	23	23	0,00	0,40	0,40
Veneto	9,42	9,93	12,17	51	68	230	0,30	0,28	0,32
Friuli-Venezia Giulia	5,83	7,38	10,06	8	20	61	0,18	0,23	0,36
Liguria	23,51	29,36	33,29	2	5	7	0,09	0,11	0,11
Emilia-Romagna	8,29	12,01	12,46	139	721	764	0,65	0,59	0,58
Toscana	7,22	11,08	14,42	43	100	180	0,43	0,33	0,26
Umbria	6,15	7,49	9,32	8	11	15	0,54	0,41	0,33
Marche	38,90	15,89	17,89	0	14	31	0,05	0,35	0,47
Lazio	8,64	10,27	13,46	26	35	75	0,68	0,58	0,57
Abruzzo	9,15	11,05	15,90	20	31	50	1,61	1,18	0,74

[57] Rimangono comunque significative disomogeneità di mappatura e classificazione, dovute principalmente alle differenti metodologie utilizzate per la valutazione della pericolosità (Trigila *et al.*, 2021). Le perimetrazioni delle aree a pericolosità da frana e idraulica potrebbero comunque essere state riviste dalle autorità competenti, successivamente alla mosaicatura ISPRA e prima della data in cui è stato rilevato il consumo di suolo recente rappresentato in questo rapporto e negli esempi che seguono.

[58] La copertura delle aree allagabili nei vari scenari di pericolosità di alluvione, nelle diverse Unità di Gestione - UoM (gli ambiti territoriali di riferimento ai fini dell'implementazione della Dir. 2007/60/CE) in cui si articolano i Distretti Idrografici in cui è suddiviso il territorio nazionale, non è uniforme (ad es. copertura assente per lo scenario HPH nella UoM Bacini regionali Marche, copertura parziale per lo scenario HPH nella UoM Adige).

[59] Le aree allagabili associate a ciascuno scenario di probabilità sono interamente ricomprese nelle aree associate allo scenario di probabilità inferiore. Per tale motivo, a differenza delle aree a pericolosità da frana o sismica, gli incrementi del consumo di suolo nello scenario LPH comprendono anche gli incrementi negli scenari MPH e HPH e gli incrementi dello scenario MPH comprende anche gli incrementi dello scenario LPH.

Molise	2,90	4,14	4,34	4	17	18	1,64	1,70	1,51
Campania	8,87	11,23	11,92	5	35	40	0,18	0,40	0,40
Puglia	5,54	5,62	6,34	22	40	53	0,51	0,52	0,52
Basilicata	2,10	2,48	2,62	1	2	3	0,16	0,23	0,34
Calabria	4,37	4,55	4,94	31	32	35	0,27	0,27	0,27
Sicilia	10,61	10,40	10,05	20	23	26	0,47	0,45	0,45
Sardegna	4,19	5,13	6,11	16	20	53	0,45	0,41	0,52
Italia	**6,43**	**9,37**	**11,19**	**458**	**1.303**	**1.918**	**0,44**	**0,46**	**0,41**

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Figura 122. Foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Letizia Starnini il 5 settembre 2025 nel comune di Rapolano Terme (SI). L'autrice mostra l'intervento di sbancamento della collina per la realizzazione di un parcheggio

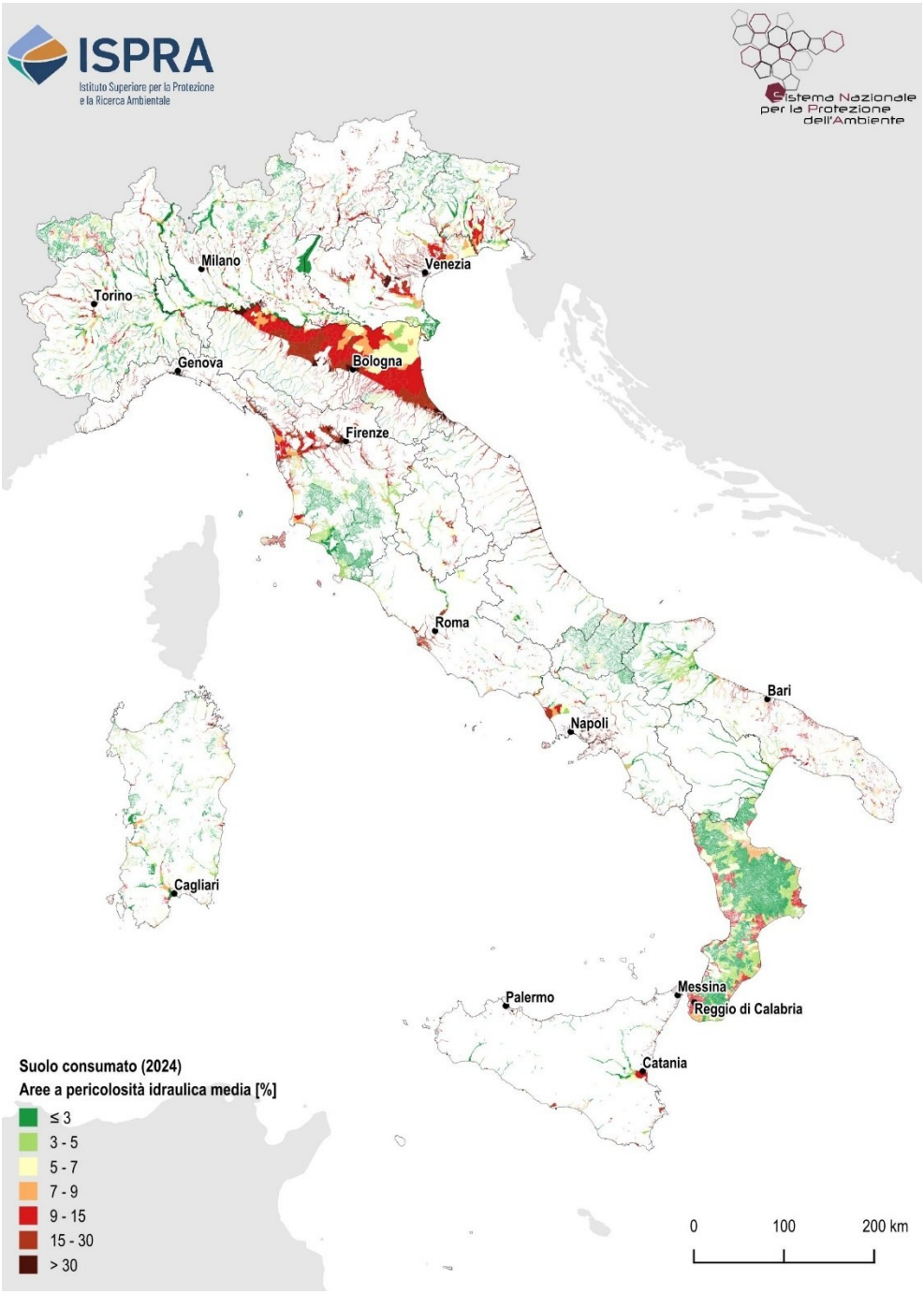


Figura 123. Suolo consumato (2024) in aree a pericolosità idraulica media. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Aree a pericolosità da frana

Nelle aree a pericolosità da frana ricade l'11,84% del suolo consumato nazionale totale. Nel complesso risulta consumato il 5,12% delle aree P1 (a pericolosità moderata) e circa il 2,5% di quelle a pericolosità elevata e molto elevata; a livello regionale, i valori più elevati riguardano la pericolosità media in Lombardia (15,48%), Piemonte (14,43%) e Friuli-Venezia Giulia (12,55%; Tabella 82).

Tabella 82. Percentuale di suolo consumato rispetto alla superficie totale nelle aree a pericolosità da frana al 2024

Regione	Aree a pericolosità da frana (%)				Aree di attenzione AA (%)
	Molto elevata P4	Elevata P3	Media P2	Moderata P1	
Piemonte	2,35	2,74	14,43	2,03	0,00
Valle d'Aosta	0,40	1,10	6,94	0,00	0,00
Lombardia	1,08	2,07	15,48	0,09	0,00
Trentino-Alto Adige	1,92	0,91	1,48	2,20	0,26
Veneto	2,75	3,84	9,16	6,01	2,08
Friuli-Venezia Giulia	2,68	5,55	12,55	8,65	1,19
Liguria	4,61	5,13	5,91	7,99	0,00
Emilia-Romagna	2,41	3,68	4,86	8,29	4,92
Toscana	2,53	2,65	3,98	4,64	4,22
Umbria	7,13	1,90	8,58	9,29	0,00
Marche	2,67	2,00	3,24	2,14	0,00
Lazio	3,52	2,92	3,48	5,55	4,05
Abruzzo	1,91	2,01	4,39	2,30	1,39
Molise	1,72	1,82	2,19	2,11	2,40
Campania	3,60	3,94	7,09	10,98	4,63
Puglia	4,93	3,47	3,41	1,53	7,49
Basilicata	2,60	2,26	1,75	2,89	3,42
Calabria	5,50	4,72	6,84	10,79	5,10
Sicilia	3,52	4,70	1,42	3,34	10,54
Sardegna	1,16	1,11	1,67	4,23	0,00
Italia	**2,28**	**2,54**	**4,15**	**5,12**	**4,38**

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

All'interno delle aree a pericolosità da frana, il suolo consumato è aumentato di 607,4 ettari tra il 2023 e il 2024, di cui 49,5 in aree a pericolosità molto elevata (10,7 ettari in Campania) e 85,2 in aree a pericolosità elevata (dei quali 14,6 in Toscana; Tabella 83).
L'incremento percentuale a livello nazionale è compreso tra lo 0,19% (pericolosità elevata, con un massimo di +0,53% in Friuli-Venezia Giulia) e lo 0,28% (aree di attenzione, con un massimo di +0,66% in Abruzzo).

Tabella 83. Incremento lordo in ettari e in percentuale di consumo di suolo tra 2023 e 2024 nelle aree a pericolosità da frana

Regione	Aree a pericolosità da frana (ha)				Aree di attenzione AA (ha)	Aree a pericolosità da frana (%)				Aree di attenzione AA (%)
	Molto elevata P4	Elevata P3	Media P2	Moderata P1		Molto elevata P4	Elevata P3	Media P2	Moderata P1	
Piemonte	2,4	4,7	3,5	0,0	0,0	0,13	0,18	0,16	0,00	0,00
Valle d'Aosta	1,6	1,1	5,4	0,0	0,0	0,25	0,09	0,18	0,00	0,00
Lombardia	3,8	4,2	15,4	0,0	0,0	0,40	0,29	0,18	0,00	0,00
Trentino-Alto Adige	1,7	3,7	7,0	8,2	0,0	0,34	0,29	0,29	0,31	0,00
Veneto	0,1	0,1	0,6	0,3	1,3	0,05	0,02	0,17	0,17	0,24
Friuli-Venezia Giulia	1,5	1,1	0,0	0,4	0,0	0,36	0,53	0,00	0,60	0,00
Liguria	0,0	1,1	5,9	8,6	0,0	0,00	0,03	0,06	0,08	0,00
Emilia-Romagna	5,6	13,0	1,4	1,2	5,7	0,21	0,16	0,09	0,09	0,18
Toscana	7,0	14,6	18,1	38,1	0,1	0,26	0,15	0,09	0,12	0,02
Umbria	0,1	3,0	17,1	13,7	0,0	0,09	0,33	0,50	0,51	0,00
Marche	0,0	1,6	4,0	2,5	0,0	0,01	0,13	0,21	0,36	0,00
Lazio	2,3	1,7	1,1	0,7	10,5	0,09	0,28	0,25	0,21	0,18
Abruzzo	3,7	6,2	0,0	6,8	3,0	0,31	0,30	0,02	0,64	0,66
Molise	0,2	0,8	0,0	0,0	1,1	0,05	0,10	0,01	0,00	0,14
Campania	10,7	18,3	21,0	38,3	61,7	0,23	0,34	0,24	0,27	0,45
Puglia	2,1	1,5	39,2	0,0	0,0	0,34	0,09	1,03	0,00	0,00
Basilicata	0,8	1,3	1,1	1,0	0,2	0,11	0,17	0,11	0,16	0,01
Calabria	1,6	2,3	0,9	0,0	0,3	0,20	0,24	0,05	0,03	0,12
Sicilia	4,0	1,4	2,7	8,1	4,6	0,20	0,14	0,23	1,13	0,13
Sardegna	0,3	3,5	40,3	71,6	0,0	0,05	0,18	0,74	0,60	0,00
Italia	**49,5**	**85,2**	**184,6**	**199,5**	**88,6**	**0,21**	**0,19**	**0,25**	**0,25**	**0,28**

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Aree a pericolosità sismica

Per le aree a pericolosità sismica[60] i dati SNPA sono confrontati con quelli dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Al 2024 risulta consumato il 7,06% delle aree a pericolosità sismica alta e il 4,65% di quelle a pericolosità molto alta (Tabella 84), con una crescita, tra il 2023 e il 2024 di ulteriori 3.065,5 ettari (413,9 dei quali in aree a pericolosità molto alta). Poco meno della metà dei cambiamenti in aree a pericolosità alta si concentra in Emilia-Romagna, Sicilia e Veneto (rispettivamente, 691,6, 335,9 e 239,2 ettari) e circa tre quarti di quelli in area a pericolosità molto alta in Sicilia, Campania e Abruzzo (rispettivamente, 139,9, 101,5 e 69,7 ettari). In termini di incremento percentuale rispetto al suolo consumato al 2023, i valori più alti si hanno in Abruzzo (+0,69%), Lombardia e Puglia (entrambe +0,50%) per le aree a pericolosità alta e in Sicilia (+1,79%) nelle aree a pericolosità molto alta.

Tabella 84. Percentuale di suolo consumato al 2024 e consumo di suolo lordo tra il 2023 e il 2024 nelle aree a pericolosità sismica

Regione	Suolo consumato in aree a pericolosità sismica (%)		Consumo di suolo lordo in aree a pericolosità sismica			
			Incremento (ha)		Incremento (%)	
	alta	molto alta	alta	molto alta	alta	molto alta
Piemonte	0,11	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
Valle d'Aosta	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
Lombardia	13,66	0,00	71,1	0,0	0,50	0,00
Trentino-Alto Adige	2,20	0,00	0,1	0,0	0,02	0,00
Veneto	12,25	2,87	239,2	0,2	0,30	0,05
Friuli-Venezia Giulia	7,98	4,02	133,8	2,9	0,34	0,06
Liguria	3,54	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
Emilia-Romagna	8,92	0,00	691,6	0,0	0,50	0,00
Toscana	4,65	0,00	44,4	0,0	0,14	0,00
Umbria	5,75	2,12	122,3	5,4	0,31	0,44
Marche	7,02	1,94	175,9	0,3	0,27	0,42
Lazio	7,74	2,24	86,2	11,2	0,19	0,47
Abruzzo	5,39	3,02	198,1	69,7	0,69	0,61
Molise	3,61	3,87	21,0	9,1	0,21	0,20
Campania	10,76	7,05	207,3	101,5	0,31	0,75
Puglia	4,17	0,00	153,2	0,0	0,50	0,00
Basilicata	3,40	3,56	53,9	10,6	0,31	0,25
Calabria	4,50	5,87	117,6	63,2	0,32	0,18
Sicilia	7,92	5,87	335,9	139,9	0,39	1,79
Sardegna	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
Italia	**7,06**	**4,65**	**2651,6**	**413,9**	**0,36**	**0,48**

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

[60] La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.

AREE PROTETTE E AREE VINCOLATE PER LA TUTELA PAESAGGISTICA

Aree protette

Il suolo consumato relativo alla porzione a terra delle aree protette italiane che rientrano nell'Elenco Ufficiale Aree Protette (EUAP) è valutato con riferimento ai Parchi nazionali, alle Riserve naturali (statali e regionali), ai Parchi naturali regionali e alle altre tipologie di aree naturali protette nazionali e regionali. Al 2024 risulta consumato l'1,88% degli oltre tre milioni di ettari di aree EUAP terrestri italiane (58.328 ettari) con un massimo in Campania (3,82%) e un minimo nelle regioni alpine (Valle d'Aosta, Trentino-Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia; Tabella 85).
Tra il 2023 e il 2024, le aree protette italiane hanno registrato un incremento del consumo di suolo inferiore alla media nazionale (0,26 m^2 di cambiamenti per ettaro di estensione, contro un valore nazionale di 2,60 m^2/ha), con complessivi 80,96 ettari di nuovo suolo consumato, concentrati per oltre il 46% in Abruzzo, Lazio e Campania.

Tabella 85. Distribuzione del suolo consumato (2024) e del consumo di suolo annuale netto (2023-2024) nelle aree protette, per regione

Regione	Suolo consumato (ha)	Suolo consumato (%)	Consumo di suolo netto (ha)	Densità di consumo di suolo netto (m^2/ha)
Piemonte	1.972	1,34	0,05	0,00
Valle d'Aosta	83	0,19	-	-
Lombardia	1.866	1,39	6,88	0,51
Trentino-Alto Adige	704	0,26	0,17	0,01
Veneto	2.722	3,15	0,84	0,10
Friuli-Venezia Giulia	164	0,31	0,37	0,07
Liguria	645	2,27	0,84	0,30
Emilia-Romagna	1.841	2,03	1,47	0,16
Toscana	2.329	1,64	4,95	0,35
Umbria	1.675	2,67	4,03	0,64
Marche	2.305	2,66	4,40	0,51
Lazio	6.175	2,87	12,25	0,57
Abruzzo	3.536	1,16	13,20	0,43
Molise	22	0,33	-	-
Campania	13.393	3,82	12,06	0,34
Puglia	6.571	2,44	6,16	0,23
Basilicata	3.682	1,87	6,14	0,31
Calabria	3.329	1,30	0,77	0,03
Sicilia	4.210	1,55	5,91	0,22
Sardegna	1.107	1,18	0,47	0,05
Italia	**58.328**	**1,88**	**80,96**	**0,26**

Fonte: elaborazione ISPRA su dati EUAP e cartografia SNPA

Oltre il 73% del nuovo consumo di suolo delle aree protette si concentra nei Parchi naturali nazionali (28,72 ettari) e regionali (30,79 ettari). Le riserve naturali nazionali sono le aree a più densità di consumo di suolo, pari a 0,86 metri quadri di nuovo consumo per ettaro di estensione.
Tra i Parchi naturali nazionali (Tabella 86), il parco del Vesuvio, pur rimanendo quello con la maggiore percentuale di suolo consumato (8,7%), fa registrare dei valori bassissimi di nuovo consumo (0,01 ettari). I parchi che hanno consumato più territorio sono stati quello del Gran Sasso e Monti della Laga (8,6 ettari) e quello dei Monti Sibillini (5,18 ettari), che insieme racchiudono il 48% del nuovo consumo di tutti i parchi Nazionali. Un ulteriore 31% del consumo registrato nei parchi nazionali è localizzato nel Pollino (4,63 ettari) e in quello del Cilento e Vallo di Diano (4,25 ettari).

Tabella 86. Distribuzione del suolo consumato (2024) e del consumo di suolo annuale netto (2023-2024) nelle aree protette, per tipologia di aree EUAP

Regione	Suolo consumato (ha)	Suolo consumato (%)	Consumo di suolo netto (ha)	Densità di consumo di suolo netto (m²/ha)
Altre Aree Naturali Protette Regionali	1.317	3,08	2,55	0,60
Parchi Naturali Regionali	25.525	2,02	30,79	0,24
Parchi Naturali Nazionali	24.873	1,62	28,72	0,19
Riserve Naturali Regionali	4.938	2,11	7,95	0,34
Riserve Naturali Nazionali	2.082	1,62	10,99	0,86

Fonte: elaborazione ISPRA su dati EUAP e cartografia SNPA

Riguardo alle aree protette Natura 2000[61], (Tabella 87) oltre il 76% dei circa 102.700 ettari di suolo consumato al 2024 si concentra nelle aree ZSC (Zone Speciali di Conservazione, 36%) e ZPS (Zone di Protezione Speciale, 40%). Nelle stesse aree si concentra circa il 76% del nuovo consumo di suolo in aree Natura 2000, che ammonta a 192,6 ettari.

Tabella 87. Distribuzione del suolo consumato (2024) e del consumo di suolo annuale netto (2023-2024) nelle aree Natura 2000

Regione	Suolo consumato (ha)	Suolo consumato (%)	Consumo di suolo netto (ha)	Densità di consumo di suolo netto (m²/ha)
SIC	485	0,95	1,5	0,29
ZPS	40.757	1,47	74,6	0,27
ZSC	37.442	1,37	71,8	0,26
ZSC+ZPS	23.434	1,46	44,3	0,28
SIC+ZPS	573	1,71	0,5	0,14

Fonte: elaborazione ISPRA su dati NATURA 2000 e cartografia SNPA

Aree vincolate per la tutela paesaggistica

Il D.lgs. 42/2004 (codice Urbani) è il principale riferimento normativo per la tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale (beni culturali e paesaggio). Esso, sulla scorta del precedente ordinamento (Legge 1497/39 e Legge 431/85), definisce un rinnovato quadro di vincoli cui sono assoggettati una serie di contesti territoriali. L'art. 142 individua beni paesaggistici per i quali non è più necessario uno specifico provvedimento poiché la loro natura di beni paesaggistici è stabilita dalla legge. L'uso dei beni vincolati è dettato da precise prescrizioni individuate nella "specifica normativa d'uso e di valorizzazione ambientale" (piani paesistici). È stato, pertanto, analizzato il suolo consumato e i suoi cambiamenti nell'ambito dei seguenti beni vincolati limitatamente a quelli areali (fonte SITAP[62]): coste, laghi, fiumi, montagne, vulcani e immobili e aree di notevole interesse pubblico.
Le aree vincolate (Tabella 88) presentano una percentuale di superficie consumata al 2024 inferiore alla media nazionale (5,42%), con un aumento nell'ultimo anno di poco superiore a 1.520 ettari. La Campania è la regione con la più alta percentuale di suolo consumato in aree vincolate (11,05%). L'aumento maggiore di consumo si è registrato in Lombardia (+146,11 ettari), seguita da Emilia-Romagna (+131,43 ettari), Sardegna (+123,46 ettari) e dal Lazio (+121,08 ettari). La densità più alta di consumo di suolo si registra in Puglia (3,61 m²/ha).

[61] Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC) istituiti ai sensi della Direttiva "Habitat" (92/43/CEE) che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva "Uccelli" (2009/147/CEE).
[62] Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico della Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee del MiBACT. I dati relativi alle zone montuose per Lazio, Molise, Campania non sono disponibili.

Tabella 88. Suolo consumato (2024) e consumo di suolo annuale netto (2023-2024) nelle aree vincolate

Regione	Suolo consumato (%)	Consumo di suolo netto (ha)	Consumo di suolo netto (%)	Densità di consumo di suolo netto (m²/ha)
Piemonte	3,62	81,94	0,23	0,82
Valle d'Aosta	1,03	7,84	0,29	0,30
Lombardia	7,23	146,11	0,27	1,95
Trentino-Alto Adige	2,40	100,48	0,37	0,87
Veneto	8,21	105,46	0,19	1,54
Friuli-Venezia Giulia	5,81	17,67	0,14	0,83
Liguria	6,03	3,44	0,02	0,13
Emilia-Romagna	7,40	131,43	0,33	2,42
Toscana	6,68	64,11	0,16	1,07
Umbria	6,64	37,75	0,30	2,00
Marche	5,89	46,92	0,22	1,31
Lazio	6,59	121,08	0,32	2,09
Abruzzo	2,90	84,07	0,49	1,42
Molise	3,83	26,53	0,27	1,04
Campania	11,05	88,09	0,21	2,30
Puglia	8,66	107,31	0,42	3,61
Basilicata	2,84	28,95	0,30	0,84
Calabria	5,55	82,29	0,35	1,95
Sicilia	6,50	115,95	0,23	1,47
Sardegna	3,60	123,46	0,53	1,89
Italia	**5,42**	**1.520,88**	**0,27**	**1,47**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e SITAP

Con riferimento alle singole tipologie di aree vincolate, la percentuale di suolo consumato è superiore alla media nazionale nelle aree di cui all'art. 142 comma 1 lett. a, b, c (coste, laghi, fiumi, con 7,37% e un massimo del 12,34% in Veneto) e nei pressi dei vulcani (13,79%, con un massimo del 27,54% in Campania). L'ambito che ha subito più cambiamenti nell'ultimo anno è stato quello sottoposto a vincolo di cui all'art. 142 comma 1 lett. a, b, c (coste, laghi, fiumi), con circa 898 ettari di nuovo suolo consumato e con la densità di consumo più alta (oltre 2 m²/ha), seguito dalle aree sottoposte a vincolo ex art. 136, con oltre 750 ettari. Quasi un terzo dei nuovi cambiamenti nei pressi di coste, laghi e fiumi si concentrano in Emilia-Romagna (+106,2 ettari), Lombardia (+93,4 ettari) e Lazio (+92,2 ettari), mentre i valori più bassi si registrano in Liguria e Molise, con 1,8 ettari. Il suolo consumato e la sua variazione in aree di montagna risultano marginali (0,37% di suolo consumato con un aumento di 0,15 m²/ha nell'ultimo anno).

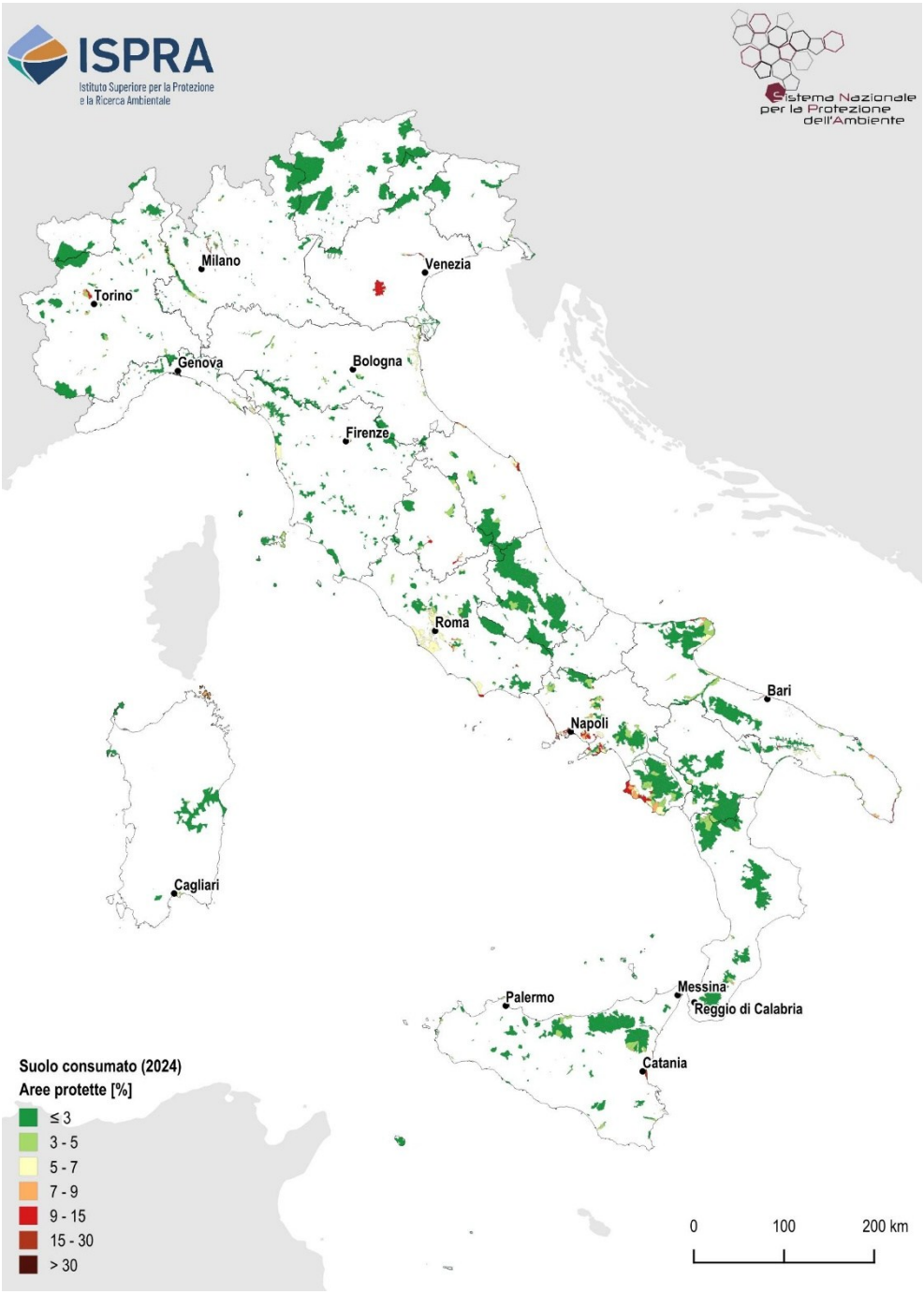


Figura 124. Suolo consumato in percentuale nelle aree protette. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati EUAP e cartografia SNPA

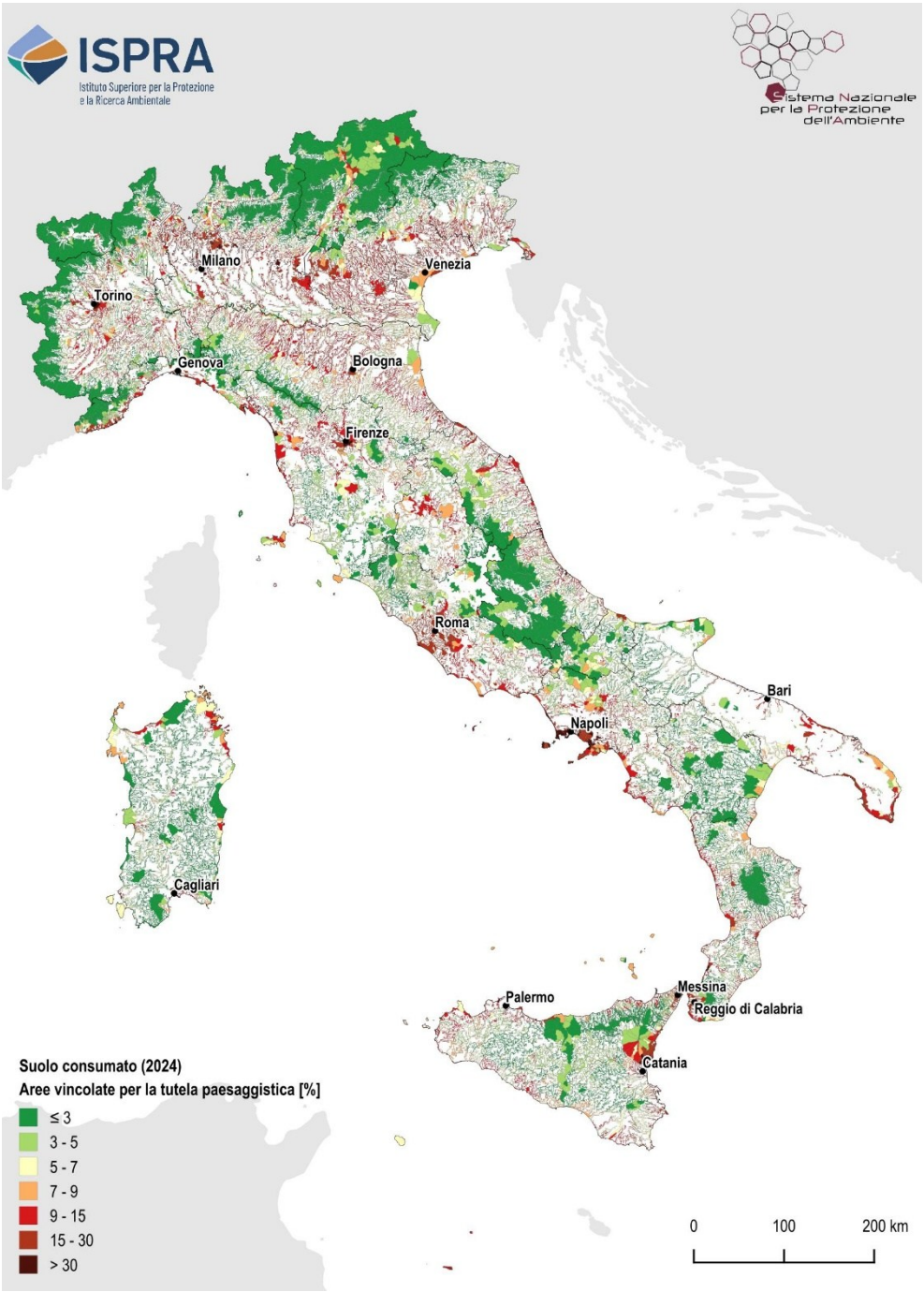


Figura 125. Suolo consumato in percentuale nelle aree vincolate per la tutela paesaggistica. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SITAP e SNPA

SITI CONTAMINATI DI INTERESSE NAZIONALE

I siti di interesse nazionale (SIN), ai fini della bonifica, sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali[63] (Tabella 89).

Tabella 89. Suolo consumato (2024) e consumo di suolo netto annuale (2023-2024) nei SIN

Siti di interesse nazionale (SIN)	Suolo consumato (ha)	Suolo consumato (%)	Consumo di suolo netto(ha)	Densità di consumo di suolo netto (m^2/ha)
Aree industriali della Val Basento	222	6,66	2,54	7,62
Aree industriali di Porto Torres	782	41,89	6,99	37,43
Bacino del fiume Sacco	1.667	23,10	13,02	18,04
Balangero	157	49,90	0,00	0,00
Bari - Fibronit	3	23,57	0,00	0,00
Biancavilla	224	67,82	0,33	10,00
Brescia - Caffaro	151	57,84	0,82	31,41
Brindisi	1.167	20,58	2,05	3,61
Broni	12	83,16	0,00	0,00
Bussi sul Tirino	63	26,71	0,66	27,98
Caffaro di Torviscosa	56	27,86	0,00	0,00
Casale Monferrato	5.282	7,16	71,03	9,62
Cengio e Saliceto	135	8,40	0,33	2,05
Cogoleto - Stoppani	14	32,39	0,00	0,00
Crotone - Cassano - Cerchiara	249	28,21	7,62	86,45
Emarese	5	23,26	0,00	0,00
Falconara Marittima	87	80,62	0,00	0,00
Fidenza	7	43,68	0,00	0,00
Gela	354	44,80	0,00	0,00
Laghi di Mantova e Polo chimico	243	23,72	0,13	1,27
Livorno	189	91,64	0,00	0,00
Manfredonia	113	52,23	0,00	0,00
Massa e Carrara	90	78,01	2,23	192,86
Milazzo	382	69,77	0,00	0,00
Napoli Bagnoli - Coroglio	156	63,16	0,84	34,03
Napoli Orientale	730	88,66	1,61	19,56
Officina Grande Riparazione ETR Bologna	13	97,02	0,00	0,00
Orbetello Area ex-Sitoco	18	8,79	0,00	0,00
Pieve Vergonte	245	1,56	0,72	0,46
Pioltello - Rodano	56	67,00	0,00	0,00
Piombino	583	63,11	4,12	44,60
Priolo	1.542	38,75	7,73	19,42
Serravalle Scrivia	28	38,08	0,00	0,00
Sesto San Giovanni	179	70,48	-0,01	-0,39
Sulcis - Iglesiente - Guspinese	2.856	14,56	169,87	86,59
Taranto	1.984	46,34	1,10	2,57
Terni Papigno	243	39,04	0,00	0,00
Tito	25	42,83	0,00	0,00
Trento nord	10	40,87	0,00	0,00
Trieste	135	67,94	0,00	0,00
Venezia (Porto Marghera)	1.371	84,99	5,82	36,08
Totale SIN	**21.829**	**14,79**	**299,55**	**20,30**

[63] Art. 252, comma 1 del D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

A livello nazionale sono individuati 42 SIN[64], al cui interno risultano artificializzati oltre 21.800 ettari di territorio, con percentuali che superano il 90% della superficie nei SIN di Officina Grande Riparazione ETR di Bologna (97%) e Livorno (91,6).

La percentuale di suolo consumato all'interno di questa tipologia di area (14,79%) è decisamente più alta rispetto alla media nazionale (7,17%) così come la densità di consumo di suolo che risulta di 20,30 metri quadrati per ogni ettaro di territorio, rispetto ad una media nazionale di 2,60 m^2/ha.

Tra il 2023 e il 2024 sono stati individuati 299,55 ettari di nuove coperture artificiali distribuiti su 20 SIN, oltre la metà dei quali concentrati nel Sulcis-Iglesiente-Guspinese (169,87 ettari) e associati soprattutto alla realizzazione di impianti fotovoltaici a terra.

AREE PERCORSE DAL FUOCO

Il confronto tra i dati SNPA e i censimenti del Comando Carabinieri Tutela Forestale ha permesso di valutare la comparsa di nuovo consumo di suolo nelle aree percorse dal fuoco[65] nel periodo dal 2012 al 2024[66]. 23,6 dei 28,08 ettari di cambiamento rilevati tra il 2023 e il 2024 in aree percorse dal fuoco è classificato come suolo consumato reversibile e, in particolare, alla classe di "cantieri e altre aree in terra battuta" (16,5 ettari). Analizzando, tramite il dato *CORINE Land Cover* al secondo livello di classificazione, la tipologia di uso del suolo presente nelle aree percorse dal fuoco e interessate da consumo di suolo nell'ultimo anno, 9,24 ettari di superficie consumata ricadono nella classe CLC "2.4 - Zone agricole eterogenee", seguito da "2.1 - Seminativi" (5,37 ettari) e "2.3 - Prati stabili" (3,76 ettari). Alcuni dei principali cambiamenti 2023-2024 localizzati all'interno delle aree incendiate sono riportate in Figura 126 e in Figura 127.

Tabella 90. Consumo di suolo annuale (2023-2024) in aree percorse dal fuoco per il periodo 2012-2024, espresso in ettari rispetto alle classi CORINE Land Cover (al secondo livello di classificazione) e rispetto al terzo livello di classificazione della carta nazionale del consumo di suolo

Consumo di suolo annuale (2023-2024)	Corine Land Cover 2018 (II livello)											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	4.2	Totale (ha)
Edifici, fabbricati	0,06	-	-	0,01	0,08	-	3,18	-	-	0,01	-	**3,34**
Strade pavimentate	-	-	-	-	-	0,86	-	-	0,03	-	-	**0,89**
Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate	0,03	-	-	-	-	-	0,12	0,02	0,04	0,05	-	**0,26**
Strade non pavimentate	-	-	-	0,74	0,01	-	0,04	-	-	-	0,22	**1,01**
Cantieri	0,49	0,5	0,06	2,57	1,48	1,28	5,65	1,86	2,32	0,27	-	**16,48**
Aree estrattive	-	-	1,04	-	0,18	1,62	-	0,32	0,54	0,1	-	**3,8**
Altro reversibile	-	-	-	2,05	-	-	0,25	-	-	-	-	**2,3**
Totale (ha)	**0,58**	**0,50**	**1,1**	**5,37**	**1,75**	**3,76**	**9,24**	**2,2**	**2,93**	**0,43**	**0,22**	**28,08**

Classi Corine Land Cover: 1.1 Zone urbanizzate di tipo residenziale; 1.2 Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali; 1.3 Zone estrattive, discariche; 2.1 Seminativi; 2.2 Colture permanenti; 2.3 Prati stabili; 2.4 Zone agricole eterogenee; 3.1 Zone boscate; 3.2 Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea; 3.3 Zone aperte con vegetazione rada o assente; 4.2 Zone umide marittime

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati CUTFFA e cartografia SNPA

[64] Non è stato considerato per questa analisi il SIN Area vasta di Giugliano a causa della non disponibilità dei dati cartografici.
[65] La legge quadro in materia di incendi boschivi n. 353/2000 definisce un incendio boschivo "un fuoco con suscettività ad espandersi su aree boscate, cespugliate o arborate, comprese eventuali strutture ed infrastrutture antropizzate poste all'interno delle predette aree, oppure su terreni coltivati o incolti e pascoli limitrofi a dette aree". La stessa normativa riporta i divieti, le prescrizioni e le sanzioni che insistono sulle aree percorse dal fuoco. La legge determina che siano gli stessi Comuni a occuparsi del censimento di queste aree, avvalendosi dei rilievi effettuati dall'Arma dei Carabinieri - Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare, la quale gestisce la banca dati riferita alle aree percorse dal fuoco.
[66] La banca dati copre il territorio nazionale, ad esclusione delle regioni a statuto speciale per gli anni 2012-2023.

Figura 126. In alto l'area incendiata (2021), in basso il consumo di suolo (2023-2024) nel comune di Soleto in provincia di Lecce (Puglia)

Figura 127. In alto l'area incendiata (2015), in basso il consumo di suolo (2023-2024) nel comune di Fiumicino in provincia di Roma (Lazio)

TIPOLOGIE DI SUOLO

I suoli sono corpi naturali che, essendo il risultato dell'interazione nel tempo di diversi fattori ambientali (morfologia, substrato, copertura del suolo, organismi, clima, vegetazione), risultano estremamente variabili nello spazio (e nel tempo). Il primo elaborato pubblicato a scala nazionale è stata la carta Ecopedologica d'Italia, realizzata con un progetto del Ministero dell'Ambiente (MATTM) con la collaborazione del *Joint Research Centre* e di alcune regioni (Rusco *et al.*, 2003). Successivamente è stata

elaborata dal CREA la Carta dei Suoli d'Italia[67] (Costantini *et al.*, 2012), nella quale vengono rappresentati i principali paesaggi pedologici italiani. Nella Carta dei Suoli d'Italia le 10 regioni pedologiche[68] (**RP**) rappresentano il primo livello della gerarchia dei pedopaesaggi nazionali.
Come mostrato in Tabella 91, nelle regioni pedologiche **D** ("Suoli della pianura padana e colline associate") ed **L** ("Suoli delle pianure e basse colline del centro e sud Italia") ricade poco meno della metà del suolo consumato presente all'interno delle 10 regioni (in particolare, nella pianura lombarda vicino a Milano e nelle zone di alta pianura piemontese, veneta e friulana); le due regioni presentano anche i valori massimi per gli altri indicatori considerati (percentuale di superficie consumata, ettari di consumo di suolo e di densità di cambiamenti rispetto alla superficie della classe). In queste regioni ricadono la quasi totalità delle aree pianeggianti e alcuni tra i terreni più fertili d'Italia; in questo senso, il consumo si concentra sui suoli migliori per l'agricoltura: il Campidano in Sardegna, la pianura di Metaponto in Basilicata, la piana di Catania, la zona del Tavoliere della Puglia.

Tabella 91. Consumo di suolo netto (2023-2024) e suolo consumato netto rispetto alle 10 regioni pedologiche

Regioni pedologiche		Suoli: gruppi principali	Suolo consumato (2024)		Consumo di suolo netto (2023-2024)	
			(ha)	(%)	(ha)	(m²/ha)
A	Suoli delle Alpi e Prealpi	Cambisol, Leptosol, Phaeozem, Luvisol, Podzol	152.460	3,06	315	0,63
B	Suoli degli Appennini a clima temperato	Cambisol, Leptosol, Phaeozem, Luvisol, Calcisol	126.168	3,60	244	0,69
C	Suoli delle colline del nord Italia su sedimenti marini neogenici e su calcari	Cambisol, Regosol, Luvisol, Calcisol	62.896	5,86	81	0,75
D	Suoli della pianura padana e colline associate	Cambisol, Calcisol, Luvisol, Vertisol, Fluvisol	693.524	14,57	2.595	5,44
E	Suoli degli Appennini centrali e meridionali	Cambisol, Regosol, Calcisol, Luvisol, Umbrisol	108.786	3,65	293	0,98
F	Suoli delle montagne della Sardegna e Sicilia su rocce ignee e metamorfiche	Leptosol, Cambisol, Umbrisol, Andosols, Luvisol	34.805	2,67	149	1,14
G	Suoli delle colline del centro e sud Italia su sedimenti marini neogenici e su calcari	Cambisol, Regosol, Calcisol, Phaeozem, Luvisol	236.292	4,98	634	1,33
H	Suoli delle colline del centro e sud Italia su depositi vulcanici e su calcari	Cambisol, Regosol, Andosol, Leptosol, Luvisol	108.667	6,88	673	4,24
I	Suoli delle colline e dei terrazzi marini del sud Italia su sedimenti calcarei	Luvisol, Cambisol, Regosol, Phaeozem, Vertisol	116.878	6,73	582	3,34
L	Suoli delle pianure e basse colline del centro e sud Italia	Cambisol, Luvisol, Calcisol, Vertisol, Regosol	248.137	9,27	1.662	6,19

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia MIPAAFT e SNPA

UNITÀ FISIOGRAFICHE DEL PAESAGGIO

I dati del Progetto della Carta della Natura[69] possono essere utilizzati come riferimento per analizzare la distribuzione del consumo di suolo avvenuto tra il 2023 e il 2024 all'interno delle diverse tipologie di paesaggio presenti in Italia.

[67] La carta deriva dal progetto "Carta dei Suoli d'Italia a scala 1:250.000" (finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole negli anni 1999-2006), che ha definito degli standard di riferimento dal punto di vista delle scale e dei relativi contenuti informativi, supportando la produzione delle carte dei suoli in scala 1: 250.000 di diverse regioni italiane.
[68] I fattori per la determinazione delle regioni sono le condizioni climatiche e quelle geologiche; all'interno delle regioni pedologiche sono state individuate 47 province pedologiche che si differenziano per fisiografia e caratteristiche geomorfologiche.
[69] Il Progetto Carta Natura, coordinato dall'ISPRA e realizzato con la partecipazione di altri soggetti (Regioni, ARPA/APPA, Enti Parco, Università) ha l'obiettivo di "individuare lo stato dell'ambiente naturale in Italia, evidenziando i valori naturali ed i profili di

Come mostrato in Tabella 92, le unità fisiografiche descrittive di paesaggi di pianura e collina, tipicamente interessate da attività agricola e presenza di zone urbanizzate, sono gli ambiti paesaggistici con maggiore percentuale di suolo consumato e la maggiore presenza di nuovi cambiamenti. Un terzo dei nuovi cambiamenti interessa l'unità fisiografica della Pianura aperta (+ 2.474 ettari), mentre alla pianura costiera corrispondono i massimi valori di suolo consumato (19,02%) e di densità di cambiamenti (10,20 metri quadri di nuovo suolo consumato per ettaro di superficie).

Tabella 92. Suolo consumato (2024) e consumo di suolo annuale netto (2023-2024) per unità fisiografica del paesaggio

Unità fisiografiche del paesaggio	Suolo consumato 2024 (%)	Consumo di suolo netto 2023-2024 (ha)	Consumo di suolo netto 2023 – 2024 (%)	Densità di consumo di suolo netto (m²/ha)
Paesaggio glaciale di alta quota	0,26	9	0,32	0,08
Valle montana	2,23	58	0,28	0,62
Pianura di fondovalle	14,17	771	0,39	5,51
Montagne metamorfiche e cristalline	3,15	62	0,13	0,40
Montagne carbonatiche	2,57	115	0,18	0,46
Conca intermontana	9,92	103	0,55	5,40
Montagne terrigene	3,60	143	0,14	0,50
Paesaggio dolomitico rupestre	0,05	0	0,74	0,04
Montagne porfiriche	4,02	14	0,25	1,02
Montagne dolomitiche	2,70	17	0,09	0,24
Altopiano intramontano	3,01	8	0,27	0,82
Lago	0,75	1	0,05	0,03
Colline carbonatiche	6,36	123	0,30	1,91
Pianura aperta	14,79	2.474	0,39	5,74
Colline terrigene	6,06	304	0,18	1,09
Colline moreniche	18,24	91	0,20	3,62
Pianura golenale	7,59	42	0,22	1,67
Tavolato carbonatico	11,72	638	0,59	6,92
Lagune	2,94	4	0,12	0,36
Paesaggio collinare vulcanico con tavolati	8,80	278	0,30	2,60
Paesaggio collinare terrigeno con tavolati	7,17	402	0,41	2,96
Pianura costiera	19,02	1.166	0,54	10,20
Piccole isole	9,61	1	0,02	0,18
Rilievo roccioso isolato	3,19	3	0,16	0,51
Colline argillose	5,46	527	0,54	2,93
Paesaggio collinare eterogeneo	3,34	103	0,34	1,14
Rilievo costiero isolato	10,24	2	0,06	0,64
Montagne vulcaniche	2,49	1	0,15	0,37
Edificio montuoso vulcanico	6,16	4	0,06	0,38
Rilievi terrigeni con penne e spine rocciose	4,67	204	0,32	1,50
Paesaggio a colli isolati	6,68	20	0,40	2,63
Colline granitiche	2,63	45	0,41	1,06
Colline metamorfiche e cristalline	2,14	25	0,34	0,73
Montagne granitiche	1,35	19	1,23	1,65
Tavolato lavico	3,12	53	1,23	3,79
Paesaggio collinare eterogeneo con tavolati	7,83	18	0,29	2,25
Paesaggio con tavolati in aree montuose	2,14	0	0,02	0,04

Fonte: elaborazioni ISPRA su Carta della Natura e cartografia SNPA

vulnerabilità", come disciplinato dalla Legge quadro sulle aree protette (L. 394/91). L'esito del progetto è uno strumento cartografico realizzato con un approccio multiscalare dal quale vengono derivate anche alcune valutazioni sintetiche sullo stato dell'ambiente naturale. Allo stato attuale, i lavori di restituzione cartografica e valutazione sono stati conclusi per quasi tutto il territorio nazionale ad eccezione delle regioni Calabria, Lombardia, Piemonte e Trentino-Alto Adige.

DENSITÀ E CARATTERI DEMOGRAFICI

Per analizzare la distribuzione del consumo di suolo rispetto alla densità di popolazione, i dati ISPRA sul consumo di suolo sono stati messi in relazione con i dati sulla popolazione del censimento Istat spazializzati da ISPRA (cfr.§ *Le aree urbane*). I risultati (Tabella 93) evidenziano come all'aumentare della densità di popolazione aumenti il suolo consumato percentuale e diminuisca il suolo consumato pro capite. In dettaglio, la densità di consumo di suolo (Tabella 93) aumenta con la densità di popolazione fino alla Classe 7 (numero di abitanti compreso tra 500 e 1.000) dove si raggiunge il massimo di 8,46 m²/ha, mentre il valore nelle aree associate alle classi 9 e 10 risente della minore presenza di suolo utile residuo (Figura 128). Analizzando la tipologia di cambiamento, si conferma la tendenza nazionale, con una prevalenza in tutte le classi dei nuovi cantieri e aree in terra battuta, seguiti dai nuovi edifici.

L'analisi dell'indice di dipendenza[70] mostra, inoltre, una concentrazione dei cambiamenti in aree dove è maggiore la presenza di popolazione in età attiva (tra 15 e 64 anni), con un massimo di nuovo consumo in corrispondenza di valori dell'indice compresi tra 25 e 75 (Tabella 94).

Tabella 93. Suolo consumato (2024) e consumo di suolo annuale netto (2023-2024) per classe di densità di popolazione

Classi di densità di popolazione	Densità demografica (abitanti/km²)	Suolo consumato (ha)	Suolo consumato (%)	Suolo consumato (m²/abitante)	Densità consumo di suolo netto (m²/ha)	Consumo di suolo netto (ha)
Classe 0	0	80.940	0,77	-	0,90	946,4
Classe 1	0 - 1	165.056	2,67	26.735	2,16	1.332,0
Classe 2	1 - 20	507.846	6,26	6.956	3,33	2.697,6
Classe 3	20 - 100	407.655	14,04	2.340	4,40	1.277,9
Classe 4	100 - 150	103.523	20,81	1.665	4,92	244,9
Classe 5	150 - 200	77.031	24,57	1.404	5,95	186,5
Classe 6	200 - 500	277.312	34,50	986	6,92	556,1
Classe 7	500 - 1000	236.855	54,92	732	8,46	365,0
Classe 8	1.000 - 5.000	289.457	75,15	250	6,33	243,9
Classe 9	5.000 - 10.000	11.459	92,56	123	0,04	0,1
Classe 10	> 10.000	325	97,75	33	0,00	-

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati ISTAT

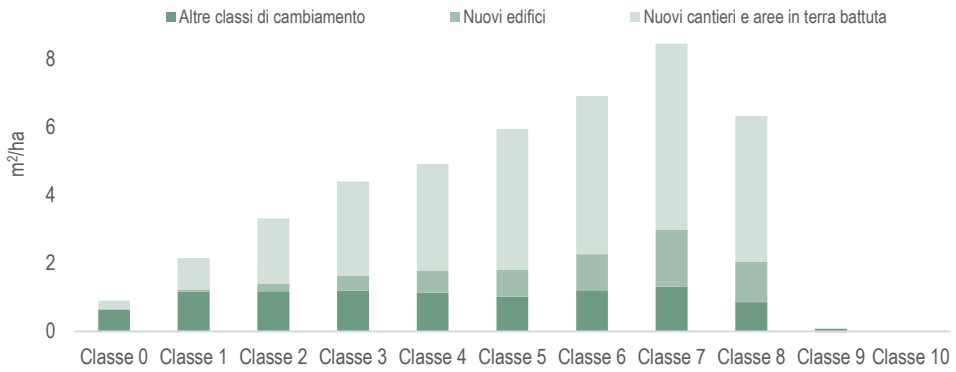


Figura 128. Densità (m²/ha) di consumo di suolo netto per tipologia di cambiamento. In verde chiaro l'incremento relativo ai nuovi cantieri e aree in terra battuta, in verde l'incremento dei nuovi edifici e in verde scuro tutte le altre tipologie di cambiamento. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

[70] L'indice di dipendenza rappresenta il rapporto tra la popolazione in età non attiva (0-14 anni e 65 anni e più) e popolazione in età attiva (15-64 anni), moltiplicato per 100.

Tabella 94. Consumo di suolo annuale netto (2023-2024) per classe di indice di dipendenza (elaborato sulle sezioni di censimento, escluse quelle prive di abitanti)

Indice di dipendenza	Consumo di suolo netto (ha)	Consumo di suolo - edifici (ha)	Densità di consumo di suolo netto (m^2/ha)
0-25	403	37	4,3
25-50	1.915	256	3,4
50-75	2.376	372	2,8
75-100	474	71	2,1
100-125	419	44	2,4
125-150	192	9	5,7
>150	101	17	1,7

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati ISTAT

Figura 129. Foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Luigi Calesso il 26 luglio 2025 nel comune di Treviso

IMPATTO DEL CONSUMO DI SUOLO

L'AREA DI IMPATTO POTENZIALE

La valutazione dell'area di impatto potenziale del consumo di suolo ha lo scopo di fornire una stima degli effetti indiretti sui servizi ecosistemici e la biodiversità anche in aree limitrofe a quelle costruite, cui si associano fenomeni di degrado collegati all'urbanizzazione e all'espansione delle aree artificiali, tra cui ad esempio: il disturbo acustico, la contaminazione locale, la diffusione di specie alloctone, con i relativi rischi della loro diffusione spontanea. A tal fine è stata realizzata una elaborazione buffer misurando le aree prossime al suolo consumato alle distanze di 60, 100 e 200 metri, da cui sono state calcolate le percentuali rispetto alla superficie totale per ottenere gli indicatori alle varie distanze.
La Puglia presenta i valori massimi in tutte e tre le fasce di distanza (nel buffer di 60 metri l'impatto potenziale è del 45%, e sale fino all'82,9% per il buffer a 200 metri), e di poco inferiori sono i valori in Campania (nel buffer di 60 metri l'impatto potenziale è del 44%) e Veneto (nel buffer di 60 metri l'impatto potenziale è del 42%). Complessivamente, oltre un terzo del territorio nazionale si trova ad una distanza inferiore o uguale a 60 metri dalle superfici consumate, e considerando una distanza di 200 metri si arriva a due terzi del territorio nazionale potenzialmente impattato.

Tabella 95. Percentuale di superficie del territorio impattata direttamente o indirettamente (a distanza di 60, 100 e 200 metri) dal suolo consumato al 2024

Regione	Superficie impattata dal suolo consumato (%)		
	60 m	100 m	200 m
Piemonte	30,6	43,3	63,8
Valle d'Aosta	12,2	17,4	28,0
Lombardia	40,8	53,3	71,8
Trentino-Alto Adige	14,5	20,6	32,5
Veneto	41,8	54,1	71,3
Friuli-Venezia Giulia	32,7	43,4	59,5
Liguria	34,4	46,2	65,7
Emilia-Romagna	40,1	54,9	77,3
Toscana	32,2	45,1	67,0
Umbria	30,4	43,4	65,5
Marche	36,1	51,2	74,7
Lazio	37,6	49,7	67,4
Abruzzo	26,8	37,0	53,6
Molise	28,8	41,6	63,3
Campania	44,4	58,5	77,2
Puglia	45,1	61,9	82,9
Basilicata	24,4	36,0	56,9
Calabria	28,3	40,2	60,0
Sicilia	37,0	52,4	75,4
Sardegna	22,2	33,0	53,4
Italia	**33,6**	**46,3**	**66,1**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

L'IMPATTO VISIVO

L'impatto visivo del consumo di suolo ha un enorme effetto sulla percezione personale e collettiva della degradazione di un paesaggio. Dai molteplici studi condotti sull'argomento (ad es. Sun *et al.*, 2021; Ioannidis e Koutsoyiannis, 2020; Dupont *et al.*, 2016) si può evincere che l'impatto è costituito da un insieme di fattori che sono sia oggettivi che soggettivi. In particolare, tra i fattori soggettivi ha grande rilevanza la capacità visiva dell'individuo e la predisposizione personale ad accettare determinati interventi (ad es. Sward *et al.*, 2021) in individui che, pur essendo favorevoli ad alcuni tipi di consumo del

suolo (ad esempio, quello connesso alla produzione di energie da fonti rinnovabili), preferirebbero che questi fossero realizzati ad una certa distanza dalle loro proprietà, lontano appunto dalla loro vista.
In questo paragrafo ci si propone di analizzare come varia la parte oggettiva dell'impatto visivo, definita visibilità di suolo consumato, quantificandola tramite l'indice di visibilità (*Non dimensional Index*, NI) proposto da Minelli *et al.* (2014) e calcolato come la percentuale di spazio occupato dal suolo consumato rispetto al campo visivo dinamico dell'osservatore.

$$NI = \frac{A_{obj}}{A_{fov}} * 100$$

Dove A_{obj} è l'area dell'oggetto osservato, ottenuta tramite calcoli di natura trigonometrica, in funzione della posizione dell'osservatore, mentre A_{fov} è l'area del campo visivo dinamico. L'area del campo visivo dinamico si definisce, come l'area interna del cilindro di rotazione del campo visivo umano (che ha la forma di un'ellisse irregolare). Il campo visivo si definisce dinamico in quanto è data all'osservatore la possibilità di ruotare lo sguardo lungo la linea che lo congiunge con l'oggetto osservato (Figura 13099).

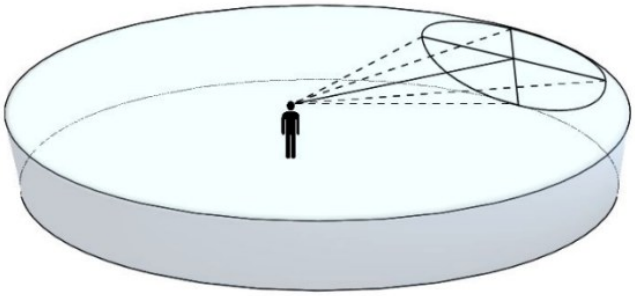


Figura 130. Le dimensioni del campo visivo dinamico

Dalla definizione stessa dell'indice di visibilità si intuisce che questo assume un valore, per quanto infinitesimo, in ogni punto in cui si ha intervisibilità teorica tra osservatore e oggetto osservato. Per questo studio si è deciso di calcolare l'indice in ogni pixel di un intorno di 30km da ogni elemento di consumo di suolo associato a pannelli fotovoltaici, strade, cantieri e edifici, utilizzando come dato di supporto un *Digital Surface Model*[71], con risoluzione di 10m.
Avendo a disposizione per ogni singolo impianto/cantiere/strada/edificio la sola impronta sul territorio, i valori riportati sono stati ottenuti sulla base di alcune assunzioni[72] relative all'elevazione da terra degli oggetti considerati.
Il calcolo dell'indice ha permesso di ottenere i risultati mostrati in Figura 131, Figura 132, Figura 133 e Figura 134 e sintetizzati in Tabella 96. Le mappe rappresentano l'indice rispetto a quattro classi[73], che

[71] Il dato è stato derivato dall'integrazione del *Digital Elevation Model* (DEM) dell'INGV con l'informazione sull'altezza media degli edifici e sull'altezza delle aree boschive, derivate, rispettivamente, dal dataset GHS *building height* (https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/85005901-3a49-48dd-9d19-6261354f56fe), e dal *Global Forest Canopy Height (*https://glad.umd.edu/dataset/gedi).
[72] Per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici, data l'elevata disomogeneità delle tipologie di impianto esistenti, è stato considerato un impianto ad un'unica falda inclinata, con pannello delle dimensioni dell'area rilevata, quota del centro del pannello pari a 4m. Per i cantieri e le strade, data la grande irregolarità delle forme assunte dagli stessi, si è ricondotto il calcolo al minimo rettangolo orientato che circoscrive la forma irregolare in questione e un'altezza nulla rispetto alla superficie. Infine, per gli edifici si è considerata un'altezza media pari a 6m, in coerenza con quanto osservato dagli studi precedenti, e una forma rettangolare degli stessi, posta in posizione verticale rispetto al suolo (altezza del centro del rettangolo pari a 3m).
[73] Classe 1 per valori dell'indice tra 0 e il primo quartile, classe 2 tra il primo quartile e la mediana, classe 3 tra la mediana e il terzo quartile e, infine, classe 4 tra il terzo quartile e il massimo valore registrato.

fanno riferimento a valori crescenti di ostruzione del campo visivo causate della presenza dell'oggetto, nella tabella sono riportati i valori massimi di impatto assunti in ogni regione per ogni tipo di consumo identificato.
La distribuzione dei valori assunta dall'indice di visibilità è di tipo logaritmico: pochi valori elevati vengono registrati nelle immediate vicinanze del suolo consumato e l'indice assume valori molto bassi (fino a valori dell'ordine di 1E-15) a mano a mano che ci si allontana dallo stesso. Questo effetto è giustificato dal contemporaneo e consistente aumentare dell'area del campo visivo e diminuire dell'area dell'oggetto osservato con l'aumento della distanza tra osservatore e oggetto. Dai dati tabellari si può osservare che tra le classi considerate (fotovoltaico, strade, cantieri e edifici) i valori massimi dell'indice vengono registrati per cantieri e fotovoltaico (con una punta dell'10% per i cantieri in Campania), a seguire strade ed edifici. Nonostante ciò, dalle mappe si desume come siano gli edifici e i cantieri, a presentare la copertura più omogenea sul territorio. Mentre l'impatto delle strade e degli impianti fotovoltaici, pur presentando valori dell'indice abbastanza alti nelle immediate vicinanze degli stessi, si presenta disomogeneo sul territorio nazionale. In particolare, i cantieri presentano i valori più elevati dell'indice, che ricadono principalmente in fascia 4, dovuti ad una consistente presenza sul territorio. I nuovi edifici, presenti in tutte le regioni, impattano in maniera omogenea sul territorio nazionale pur avendo valori di impatto relativamente bassi (fascia 1 e 2). Le infrastrutture viarie sono distribuite in maniera abbastanza disomogenea tra le regioni, ma l'impatto si assesta su valori medio-alti (fascia 3 e 4). Infine, i nuovi impianti fotovoltaici registrano alcuni valori di impatto elevati (fascia 4) ma la distribuzione dell'impatto è estremamente frammentaria, considerando anche il fatto che 3 regioni non hanno registrato nuovi impianti nell'anno 2024. Complessivamente si può osservare quindi che, sebbene la maggior fonte di impatto visivo in termini di quantificazione del territorio affetto, sia rappresentata sia da cantieri che da edifici, proporzionalmente i primi sono più impattanti rispetto ai secondi.

Tabella 96. Valori regionali massimi assunti dall'indice di impatto visivo espressi in percentuale, calcolati rispetto ai nuovi cantieri, edifici, impianti fotovoltaici ed infrastrutture viarie

Regione	Cantieri	Edifici	Fotovoltaico	Strade
Abruzzo	5,00	1,46	3,01	2,81
Basilicata	5,12	1,22	3,23	3,07
Calabria	4,79	2,44	2,23	3,25
Campania	10,52	2,88	3,45	3,02
Emilia-Romagna	5,38	2,45	2,85	0,22
Friuli-Venezia Giulia	3,73	1,52	3,47	2,09
Lazio	5,47	1,52	3,73	3,26
Liguria	2,80	0,54	-	1,00
Lombardia	5,50	1,87	2,09	3,17
Marche	4,20	1,99	2,97	3,19
Molise	3,28	1,10	1,36	2,75
Piemonte	4,60	1,27	4,07	2,64
Puglia	5,15	2,22	3,16	2,79
Sardegna	7,05	1,65	3,98	3,41
Sicilia	5,15	2,33	5,12	4,26
Toscana	3,79	1,94	0,59	2,49
Trentino-Alto Adige	4,56	1,35	-	-
Umbria	4,00	1,23	2,96	3,04
Valle d'Aosta	3,13	1,03	-	1,16
Veneto	6,13	1,76	3,20	3,20

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati INGV, JRC e GLAD

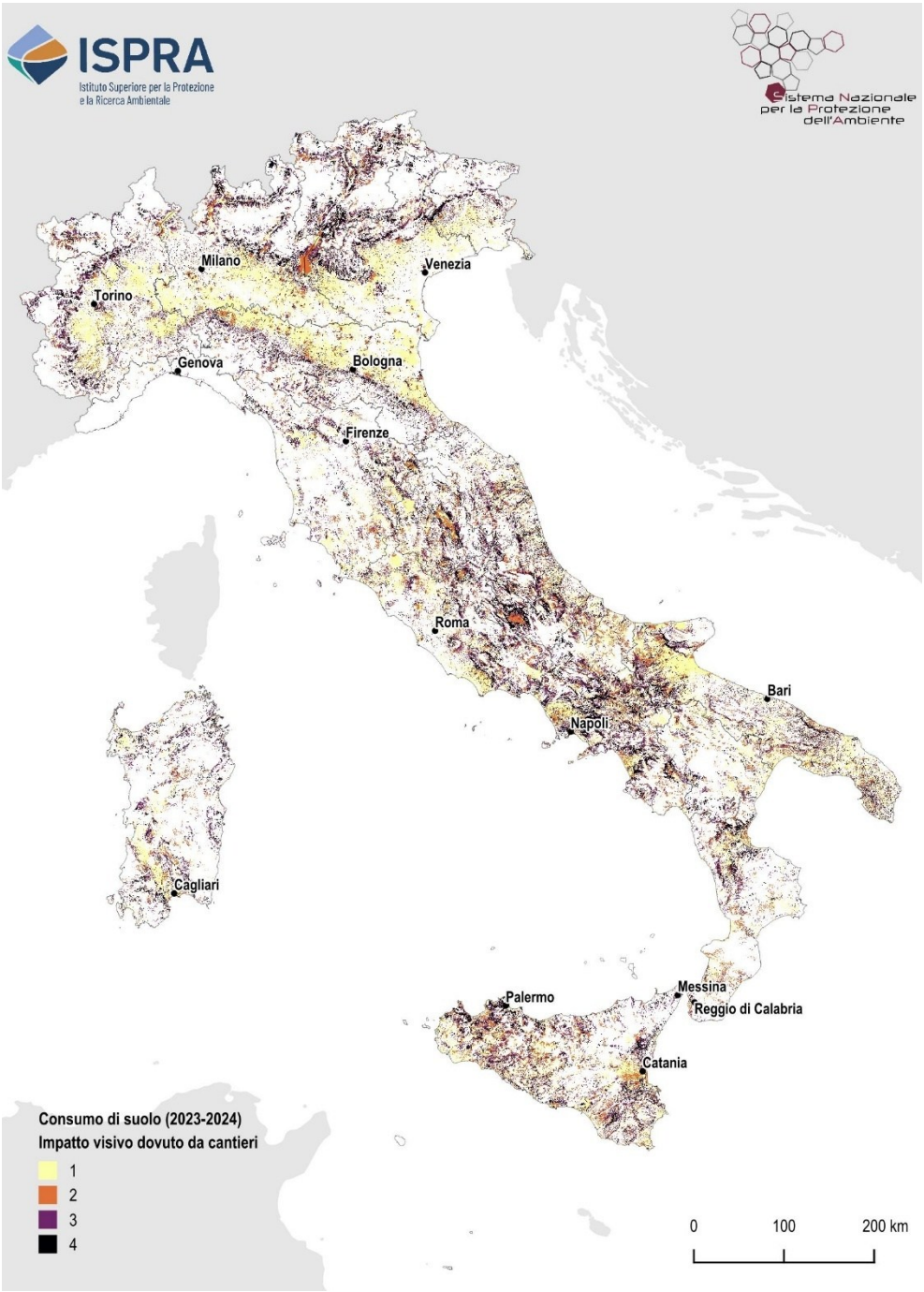


Figura 131. Mappa nazionale dell'indice di visibilità associato ai nuovi cantieri. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati INGV, JRC e GLAD

Figura 132. Mappa nazionale dell'indice di visibilità associato ai nuovi edifici. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati INGV, JRC e GLAD

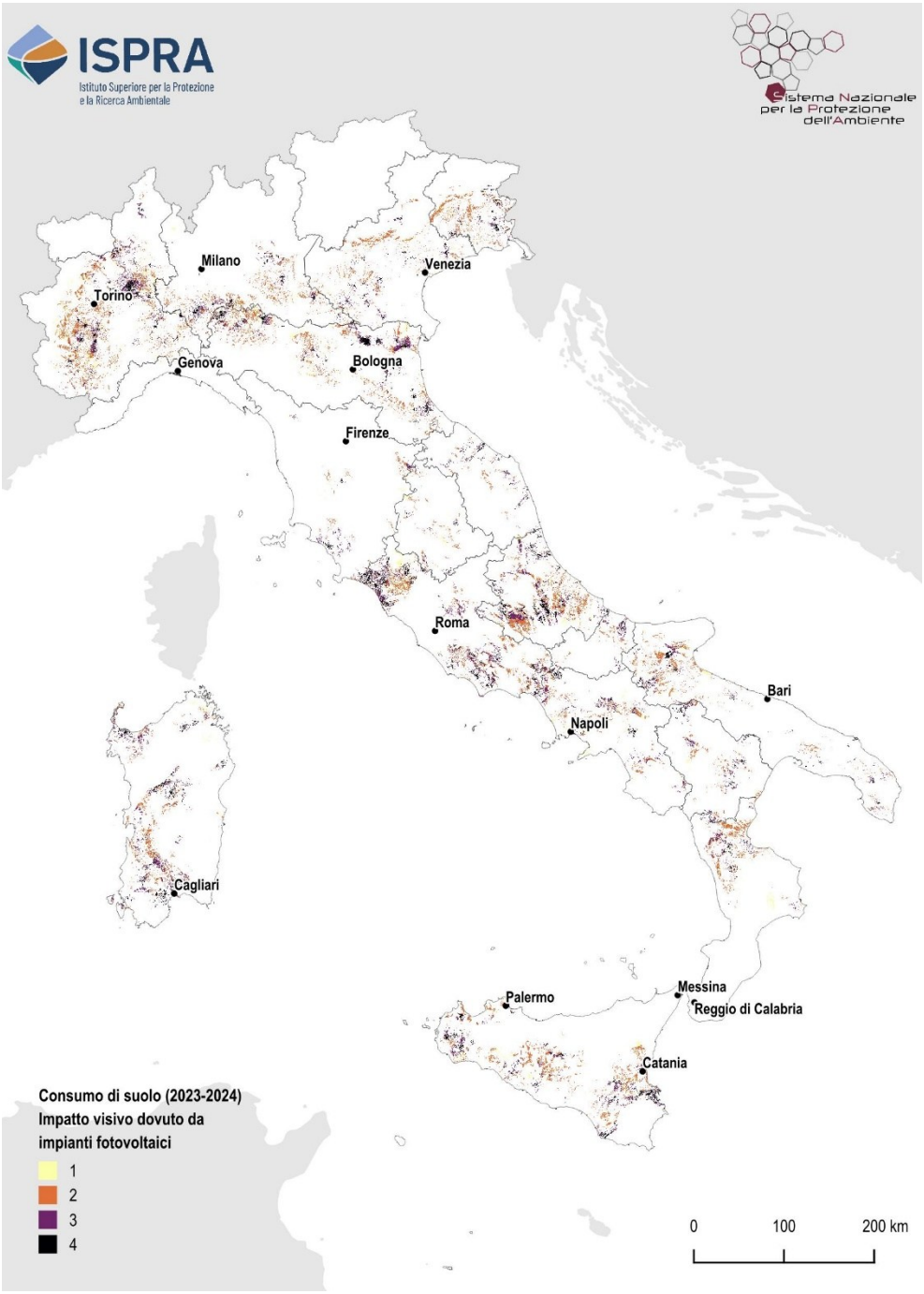


Figura 133. Mappa nazionale dell'indice di visibilità associato ai nuovi impianti fotovoltaici. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati INGV, JRC e GLAD

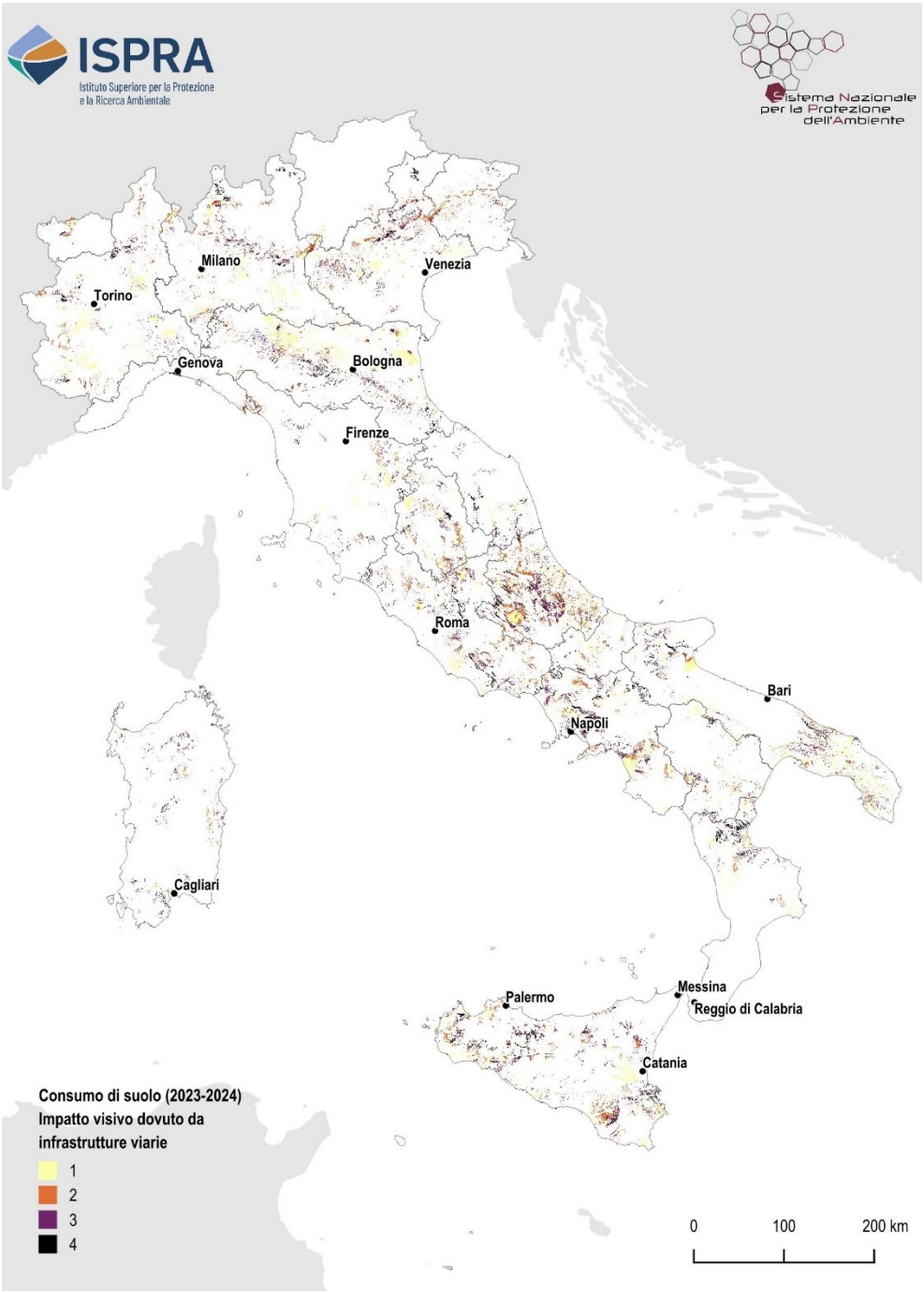


Figura 134. Mappa nazionale dell'indice di visibilità associato alle nuove infrastrutture viarie. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati INGV, JRC e GLAD

LA FRAMMENTAZIONE DEL TERRITORIO E DEL PAESAGGIO

Strumenti per il monitoraggio del grado di frammentazione del territorio

La frammentazione del territorio è il processo che genera una progressiva riduzione della superficie degli ambienti naturali e seminaturali e un aumento del loro isolamento (EEA, 2017C) a causa del verificarsi di fenomeni come l'espansione urbana e lo sviluppo della rete infrastrutturale. Ne deriva una riduzione della connettività ecologica, che influenza negativamente la resilienza e la capacità degli habitat di fornire servizi ecosistemici e aumenta l'isolamento delle specie, con conseguenze sulla qualità del paesaggio e sulle attività agricole.
A livello nazionale il grado di frammentazione è monitorato attraverso l'indice *effective mesh-density* (S_{eff})[74] che misura l'ostacolo al movimento dovuto alla presenza sul territorio di barriere, definite come "elementi frammentanti". Esso è calcolato con riferimento a una griglia regolare di 1 km^2 (*reporting unit*), considerando come elemento frammentante il suolo consumato, ed è rappresentato in Figura 136 rispetto alle 5 classi individuate dall'Agenzia Europea per l'Ambiente per la descrizione del *Landscape fragmentation indicator effective mesh density* (S_{eff}).

Grado di frammentazione a livello nazionale e regionale

Le aree a frammentazione molto bassa sono localizzate prevalentemente in corrispondenza degli ecosistemi a più alto grado di naturalità, in particolare nell'arco alpino e in limitate aree di alcune regioni meridionali e insulari, mentre le classi a maggiore grado di frammentazione si concentrano nelle aree costiere e di pianura e in corrispondenza delle aree più urbanizzate; nel complesso quasi un quarto del territorio nazionale (23,77%) è a frammentazione alta e il 18,65% a frammentazione molto alta (Tabella 97, Figura 136). Questa distribuzione spaziale del fenomeno è ravvisabile anche dall'analisi dei dati regionali: in Valle d'Aosta e Trentino Alto-Adige prevalgono la frammentazione bassa e molto bassa (per via dell'ampia presenza di aree montane, al centro-sud e nelle isole sono presenti soprattutto aree a media frammentazione, mentre nelle altre regioni del Nord la presenza in contemporanea dell'ambito padano e alpino porta una prevalenza delle classi estreme (frammentazione molto elevata e molto bassa). Lombardia e Veneto sono le regioni con la più alta percentuale del territorio a frammentazione molto elevata, a causa dell'alto tasso di urbanizzazione a bassa e media densità nelle aree più accessibili (Tabella 98).

Tabella 97. Classi di frammentazione (2024) e variazioni rispetto al 2006

Grado di frammentazione	2024		Variazione 2006-2024	
	(km^2)	(%)	(km^2)	(%)
Molto bassa	40.833	13,57	-2.333	-5,71
Bassa	52.463	17,44	-1.136	-2,17
Media	79.956	26,57	-981	-1,23
Elevata	71.516	23,77	919	1,29
Molto elevata	56.106	18,65	3.530	6,29

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

[74] L'indice rappresenta la densità delle patch territoriali (n° di meshes per 1.000 km^2) calcolate secondo la metodologia dell'*effective mesh-size-meff* (Jaeger, 2000) opportunamente modificata secondo la "*cross-boundary connections* (CBC) *procedure*" (Moser, *et al.*, 2007) che garantisce la continuità di territorio oltre i limiti della *reporting unit* (cella di 1 km^2).

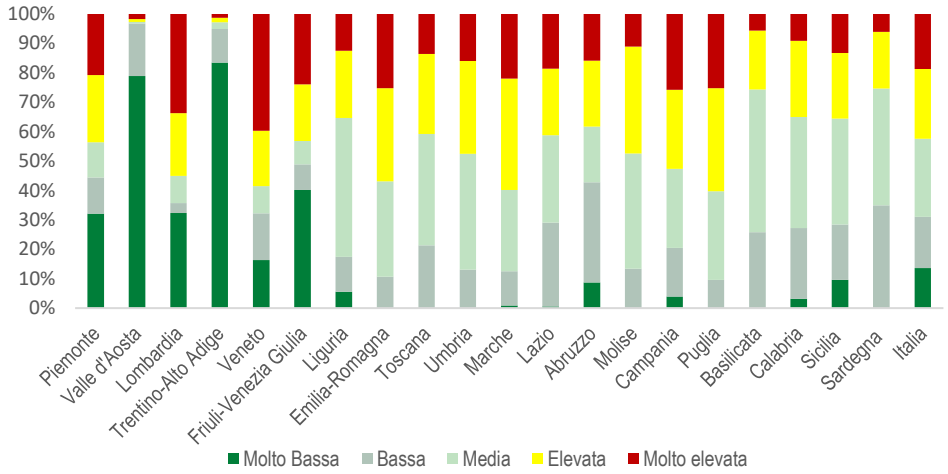


Figura 135.Composizione percentuale del territorio regionale rispetto alle cinque classi di frammentazione (2024). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Le variazioni rispetto al 2006 (Tabella) mostrano un generale aumento del grado di frammentazione del territorio, con passaggi dalle classi meno frammentate a quelle più frammentate. La classe a frammentazione molto bassa subisce una riduzione di 233.241 ettari, distribuiti tra tutte le regioni e concentrati per la maggior parte in Sardegna, Toscana e Emilia-Romagna, mentre la riduzione delle aree a frammentazione bassa interessa 14 delle 20 regioni. Le aree a frammentazione molto elevata subiscono un'espansione in tutte le regioni, tranne in Valle d'Aosta.

Tabella 98. Variazione regionale in ettari dell'estensione delle classi di frammentazione per il periodo 2006-2024

Regione	Molto bassa	Bassa	Media	Elevata	Molto elevata
	(ha)				
Piemonte	-500	-1.799	-4.935	-6.845	14.079
Valle d'Aosta	0	0	0	0	0
Lombardia	-6.695	2.920	-11.026	-27.859	42.659
Trentino-Alto Adige	-10.362	5.359	3.009	499	1.496
Veneto	-6.376	3.365	-19.048	-21.886	43.946
Friuli-Venezia Giulia	-2.792	-663	-3.640	-1.577	8.672
Liguria	0	-200	-1.562	-1.386	3.148
Emilia-Romagna	-40.266	30.516	-26.852	6.048	30.554
Toscana	-63.126	28.702	19.111	4.756	10.556
Umbria	0	-19.891	11.806	1.782	6.303
Marche	0	-5.927	1.948	-3.718	7.697
Lazio	0	-53.582	-35.105	35.352	53.335
Abruzzo	0	-1.197	-3.592	-4.285	9.074
Molise	0	-499	-1.896	2.114	280
Campania	-600	-702	-26.968	-24	28.294
Puglia	0	-8.023	-51.473	25.975	33.520
Basilicata	0	-22.441	12.821	5.865	3.755
Calabria	-200	-19.705	-16.124	19.532	16.498
Sicilia	-8.072	-29.166	-1.326	12.530	26.034
Sardegna	-94.253	-20.687	56.782	45.029	13.128
Italia	**-233.241**	**-113.619**	**-98.070**	**91.903**	**353.027**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

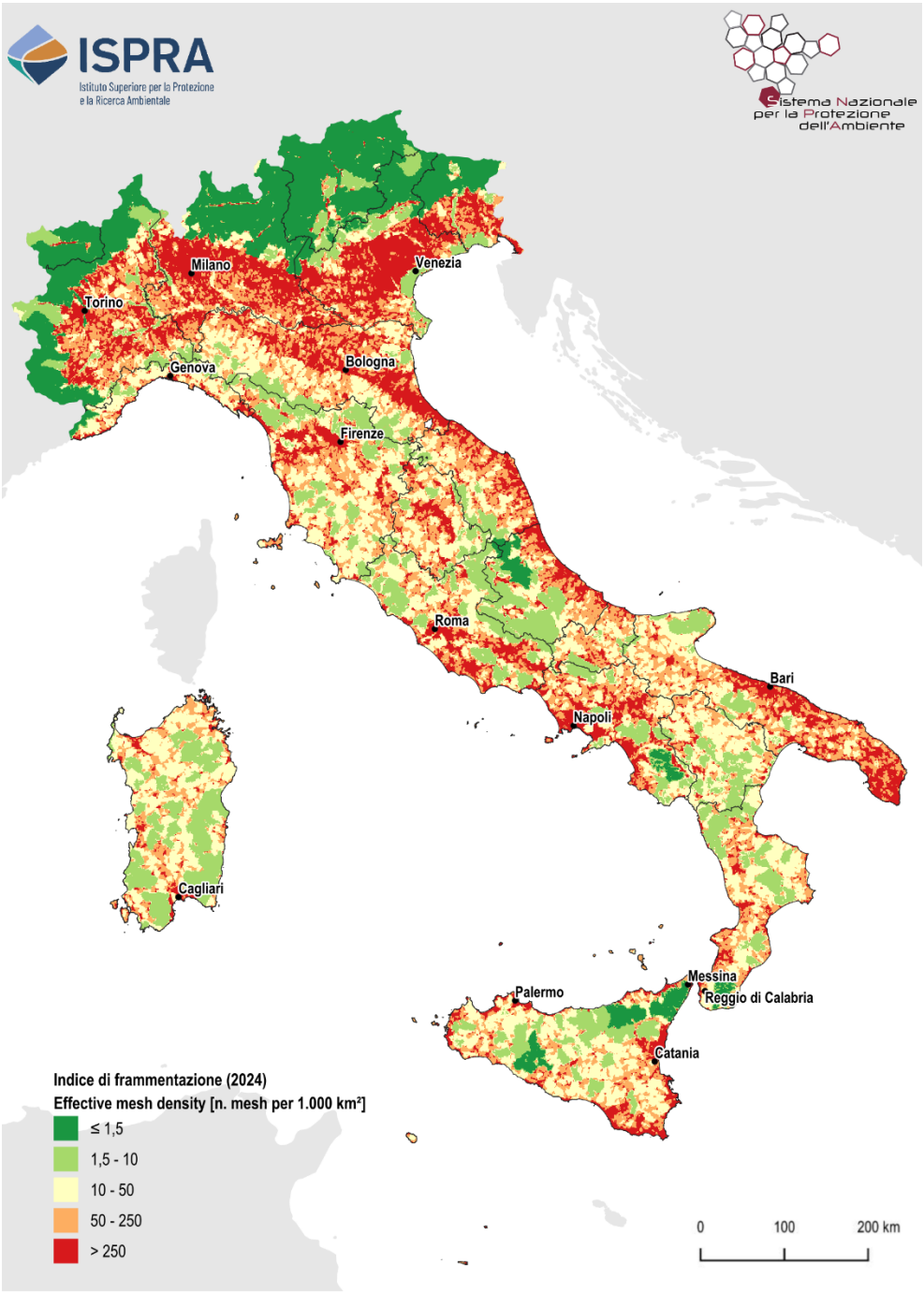


Figura 136. Indice di frammentazione (*effective mesh density*) su griglia regolare a 1km² nel 2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

L'ISOLA DI CALORE URBANA

Gli effetti del cambiamento climatico sull'ambiente e sulla salute umana sono particolarmente rilevanti nelle aree urbane, per via della coesistenza di fattori quali l'elevata densità di superfici artificiali e l'elevata concentrazione di popolazione che, insieme, contribuiscono ad intensificare il fenomeno noto con il termine "isola di calore urbana". La scelta della parola "isola" è simbolica e rappresenta l'idea di un'area isolata, in questo caso, un microclima caldo (quello della città) che emerge rispetto ad un contesto rurale e/o naturale con temperature generalmente più basse. I fattori che concorrono a rendere le aree urbane un "nucleo" di calore si distinguono in incontrollabili, se attribuibili a condizioni naturali (posizione geografica, condizioni meteorologiche, stagionalità e caratteristiche topografiche), e controllabili, se attribuibili all'attività antropica. Tra queste troviamo le caratteristiche radiative e termiche dei materiali, la morfologia urbana, il calore antropogenico ma soprattutto la presenza e lo stato della vegetazione; infatti, in corrispondenza di zone con elevata densità di superfici artificiali e bassa densità di copertura arborea, generalmente, l'intensità del fenomeno è massima per effetto dell'assorbimento e dell'immagazzinamento dell'energia solare durante il giorno, mentre le superfici vegetate e i corpi idrici producono effetti di raffrescamento grazie ai processi di evapotraspirazione, all'ombreggiatura e all'elevata capacità termica. È possibile osservare questo andamento a livello atmosferico, superficiale (*Surface Urban Heat Island* – SUHI) o del sottosuolo, ottenendo risultati tra loro correlabili come dimostrato in diversi studi (Kawashima *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2014). Nelle analisi che seguono, il fenomeno viene analizzato a livello superficiale, correlando la *Land Surface Temperature* (LST) derivata dalle immagini satellitari Landsat 8, Landsat 9 e MODIS per il periodo 2019-2024 con la densità di suolo consumato[75], la densità di copertura arborea[76] e l'altimetria.

Figura 137. Villa Lazzaroni (Roma). Foto scattata a luglio 2024

Confrontando le temperature medie diurne estive registrate nelle diverse classi di densità delle superfici artificiali a livello regionale (Tabella 99), si osserva un progressivo aumento delle temperature passando dalle aree rurali alle aree urbane ma anche la riduzione dell'intensità del fenomeno passando

[75] La densità di copertura artificiale è stata valutata come media di superfici artificiali in un intorno circolare di raggio 300m tramite statistiche focali (Grado di Artificializzazione)

[76] Per densità di copertura arborea si intende il numero totale di pixel di albero rispetto al totale dei pixel di superficie naturale in un intorno di 300m, estratti dalla carta nazionale di copertura del suolo (cfr. § *Le cartografie ISPRA di uso del suolo, copertura del suolo e tipologie di ecosistemi*).

dalle regioni del nord a quelle del sud e delle isole; mentre a nord la variazione di temperatura è sempre superiore ai 10°C ad esclusione della Valle d'Aosta (con soli 2,3°C di differenza a causa della ridotta estensione delle aree urbane) e dell'Emilia-Romagna (7,8°C), nelle regioni del sud si registrano, mediamente, variazioni di quasi 6°C. Fa eccezione la Puglia dove la differenza di temperatura è inferiore a 1°C e talvolta è possibile osservare addirittura tendenze opposte; andamenti simili si osservano nelle isole e, in particolare, in Sicilia e le cause possono essere rintracciate nelle particolari condizioni climatiche ma anche nella presenza di vaste aree agricole scarsamente vegetate durante il periodo estivo che tendono a riscaldarsi molto rapidamente durante le ore diurne.

Tabella 99. Temperatura (LST) media diurna estiva in °C per il periodo 2019-2024 per classi di densità media delle superfici artificiali in un raggio di 300m e differenza di temperatura tra aree urbane e rurali, a livello regionale

Regione	Temperatura e differenza di temperatura (°C)			
	Rurale	Suburbano	Urbano	Differenza Urbano - Rurale
Piemonte	30,5	36,4	41,1	10,6
Valle d'Aosta	25,2	31,8	27,5	2,3
Lombardia	30,4	37,3	42,5	12,2
Trentino-Alto Adige	23,8	30,7	34,6	10,7
Veneto	30,5	36,6	40,9	10,3
Friuli-Venezia Giulia	28,8	35,4	38,9	10,1
Liguria	29,6	35,2	40,0	10,4
Emilia-Romagna	35,2	39,2	43,0	7,8
Nord	**30,1**	**36,8**	**41,5**	**11,3**
Toscana	34,5	38,5	42,5	8,0
Umbria	34,1	38,9	42,2	8,1
Marche	35,7	39,2	41,3	5,6
Lazio	36,1	40,8	43,7	7,5
Centro	**35,1**	**39,5**	**42,8**	**7,7**
Abruzzo	33,6	38,5	41,7	8,1
Molise	35,8	38,1	41,5	5,7
Campania	35,1	39,3	43,4	8,3
Puglia	43,9	44,9	44,3	0,4
Basilicata	38,0	39,9	42,7	4,7
Calabria	35,0	39,4	42,2	7,3
Sud	**37,6**	**40,9**	**43,4**	**5,9**
Sicilia	43,1	43,8	43,8	0,7
Sardegna	39,7	42,0	41,5	1,7
Isole	**41,4**	**43,2**	**43,0**	**1,6**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8, Landsat 9 e MODIS

Per valutare quanto la presenza delle aree arborate influisca sul microclima urbano, sono state calcolate le differenze di temperatura tra le aree con densità di copertura arborea elevata (almeno del 50%) e quelle con densità di copertura arborea minore (inferiore al 50%), al variare delle fasce di altitudine e della densità di superfici artificiali, con particolare riferimento al territorio delle 14 città metropolitane. La distribuzione delle città metropolitane sul territorio nazionale permette di sintetizzare meglio come la combinazione delle caratteristiche climatiche e la composizione del paesaggio, in termini di copertura del suolo, può influire sulle variazioni di temperatura che si registrano tra aree urbane e aree rurali e, negli stessi ambiti, tra diversi valori di densità della copertura arborea.
Come mostrato in Tabella 100, le aree con elevata densità di copertura arborea (>50%) agiscono positivamente nella regolazione del microclima; si registrano temperature più elevate in corrispondenza di aree scarsamente vegetate rispetto alle aree arborate e questa differenza tende a ridursi passando da aree rurali ad aree suburbane e urbane.

Nelle aree urbane delle città metropolitane del nord si registrano valori di raffrescamento significativi, in particolare a Bologna (−2,2 °C), dove la copertura arborea contribuisce in modo rilevante alla mitigazione dell'isola di calore. Anche a Torino (−1,8 °C) e a Milano (−1,1 °C) l'effetto è significativo, mentre in città come Genova (−0,5 °C) il contributo è più limitato, probabilmente fattori come la vicinanza al mare e la morfologia urbana contribuiscono ad attenuare le differenze. Nel Centro Italia, il valore di Roma all'interno delle aree urbane (−1,8 °C) risulta paragonabile a quello di Torino, mentre a sud la situazione è più eterogenea: Napoli (−2,0 °C) mostra un raffrescamento consistente, in linea con le città del nord più efficaci, mentre Catania (−0,9 °C) presenta un effetto più contenuto; ancora più ridotto appare l'impatto a Bari (−0,1 °C) e Palermo (−0,3 °C), dove la copertura arborea sembra contribuire in misura marginale. In alcuni casi si osservano addirittura valori prossimi allo zero (Reggio Calabria 0,0 °C) o positivi, come a Messina (+0,2 °C) e soprattutto a Cagliari (+0,7 °C). Queste anomalie suggeriscono che fattori locali, quali la tipologia di vegetazione, la disponibilità idrica, la morfologia urbana e le influenze climatiche costiere, possano incidere in modo rilevante sull'efficacia del verde urbano.

Tabella 100. Differenza di temperatura (LST) media diurna estiva per il periodo 2019-2024 tra aree a copertura arborea ≥50% e con copertura arborea <50% nella fascia altimetrica entro i 200m s.l.m. e tra 200 e 600m s.l.m., valutata per i territori delle 14 città metropolitane

Città metropolitana	Differenza di temperatura (°C) tra aree con copertura arborea ≥50% e aree con copertura arborea <50%						Popolazione esposta a temperature al suolo ≥ 40°C in area urbana	
	Altitudine < 200 m			Altitudine 200 - 600 m				
	Rurale	Suburbano	Urbano	Rurale	Suburbano	Urbano	(n°)	(%)
Torino	-2,0	-2,5	-1,8	-4,1	-3,8	-0,4	1.506.006	93,7
Genova	-3,1	-1,9	-0,5	-4,2	-3,0	-0,8	410.012	72,2
Milano	-3,2	-2,2	-1,1	-5,1	-4,7	-0,8	2.737.337	98,9
Venezia	-3,5	-2,5	-1,1	3,4	3,4	2,3	320.500	58,5
Bologna	-6,0	-4,3	-2,2	-4,4	-3,1	0,1	591.518	95,5
Nord	**-4,6**	**-3,1**	**-2,0**	**-3,1**	**-3,8**	**-0,4**	**5.565.372**	**91,1**
Firenze	-4,2	-2,5	-1,2	-4,8	-3,0	-1,4	611.758	99,3
Roma	-6,0	-4,0	-1,8	-7,0	-3,7	-2,0	2.752.326	97,4
Centro	**-5,8**	**-3,9**	**-1,7**	**-6,3**	**-3,7**	**-1,9**	**3.364.084**	**97,7**
Napoli	-5,5	-2,7	-2,0	-3,4	-2,5	0,0	2.343.652	95,4
Bari	1,9	0,3	-0,1	-1,7	-0,8	-0,2	1.040.911	98,4
Reggio Calabria	-4,7	-2,1	0,0	-5,3	-2,8	-0,5	269.683	92,6
Sud	**-1,6**	**-0,6**	**-1,2**	**-5,0**	**-2,9**	**-1,7**	**3.654.245**	**96,1**
Palermo	-2,9	-1,2	-0,3	-4,6	-2,0	-0,6	849.707	91,7
Messina	-1,9	-2,0	0,2	-2,5	-2,8	-0,9	298.859	92,7
Catania	-2,8	-3,0	-0,9	-4,6	-2,6	-1,2	753.033	99,9
Cagliari	-4,5	-4,3	0,7	-1,8	3,1	-	317.565	99,4
Isole	**-3,3**	**-2,5**	**-1,1**	**-6,6**	**-3,4**	**-2,2**	**2.219.163**	**95,6**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia ISPRA, SNPA e dati Landsat 8, Landsat 9 e MODIS

Nelle successive figure viene rappresentato l'andamento delle temperature per alcune delle 14 città metropolitane, sia a scala cittadina che rispetto a specifici transetti urbano-rurale, considerando anche la quota di popolazione esposta a temperature estreme durante il periodo estivo. In tutte le città analizzate, la temperatura cresce all'aumentare della densità di coperture artificiali: per ogni aumento del 10% delle superfici artificiali le temperature aumentano significativamente in tutte le città, raggiungendo valori compresi tra 41 e 46 °C nelle aree più sature e seguendo andamenti diversi a seconda delle caratteristiche del territorio circostante. Nel caso di Bari, ad esempio, il grafico mostra chiaramente come la presenza di suolo nudo nelle aree agricole determina temperature elevate anche in assenza di superfici artificiali; tale andamento si riscontra in modo meno accentuato anche su Roma. Man mano

che ci si sposta verso aree più densamente urbanizzate, non solo si osserva un aumento delle temperature, ma anche una crescente quota di popolazione esposta a condizioni climatiche estreme. Nelle città analizzate la popolazione esposta[77] a temperature superiori a 40°C in area urbana[78] sfiora, in media, il 95% del totale (oltre 14.800.000 abitanti) con picchi di oltre il 98% a Catania (più di 750.000 abitanti), Cagliari (317.565 abitanti), Firenze (quasi 612.000 abitanti) e Milano (oltre 2.700.000 abitanti). I grafici e le rappresentazioni che seguono mostrano chiaramente l'influenza della copertura del suolo sulla temperatura superficiale nell'area urbana e il contributo delle aree verdi nella mitigazione delle temperature che può essere più o meno rilevante in funzione della dimensione dell'area e della presenza di copertura arborea.

Lungo il transetto urbano-rurale di Torino (Figura 140) si nota la variazione termica in corrispondenza del Parco Boschetto e del Parco pubblico Pellerina, entrambi di dimensioni notevoli e con elevata densità di copertura arborea. I tre parchi urbani di Milano, Parco Guido Vergani, Parco Sempione e Giardini Indro Montanelli, garantiscono diversi livelli di riduzione delle temperature che, a seconda della dimensione e della densità di copertura arborea, vanno da un massimo di circa 10°C (Parco Sempione) a un minimo di 4°C (Parco Guido Vergani) (Figura 143). Nel transetto tracciato sulla città di Genova (Figura 146) è evidente il progressivo abbassamento delle temperature passando dalle aree più densamente artificializzate nei pressi del porto, al tessuto urbano meno denso sulla parte alta della città e l'effetto di mitigazione prodotto dall'area naturale Parco delle mura ai margini della città. Su Firenze l'effetto isola di calore è particolarmente accentuato, per via della coesistenza di un tessuto urbano compatto e di ampie fasce arborate lungo i margini della città, dove si rileva un abbassamento delle temperature fino a 10°C. Il valore più basso si registra in corrispondenza del Giardino della Gherardesca ed è evidente la differenza di temperatura che si rileva tra il centro storico e il tessuto insediativo a est della città con una consistente presenza di vegetazione (Figura 149). Nella città di Bologna le temperature estive si attestano mediamente sui 40°C, scendendo di circa 7°C in corrispondenza della riserva Prati di Caprara (Figura 152). L'andamento delle temperature lungo il transetto urbano-rurale tracciato sulla città di Roma (Figura 155) presenta una complessità interpretativa legata a una più articolata composizione del paesaggio, in cui il tessuto urbano si alterna a vaste aree agricole scarsamente vegetate in corrispondenza delle quali è possibile osservare un aumento delle temperature paragonabile a quello delle superfici artificiali, mentre valori più bassi si rilevano sulla foresta periurbana di Castelporziano (tra i 29 e i 32°C), sulle foreste urbane di Villa Borghese e Villa Ada e in prossimità del Tevere. A Napoli, il transetto attraversa la città da est a ovest passando per il Parco urbano dei Camaldoli, il parco Nazionale del Vesuvio e l'area naturale della Pineta Tribucchi. Anche in questo caso la sezione evidenzia chiaramente il fenomeno SUHI mostrando un progressivo aumento della temperatura dalle zone naturali al centro città. In corrispondenza dei parchi e delle riserve le temperature scendono fino a toccare i 25°C (Figura 158).

Il consumo di suolo, che spesso comporta anche la rimozione di vegetazione, favorisce l'aumento della LST delle aree urbane e, di conseguenza, l'intensità dell'isola di calore urbano, con molteplici conseguenze sul microclima e sugli ecosistemi e con effetti che variano anche in relazione alla fascia altimetrica e alle caratteristiche ambientali e del paesaggio.

[77] La temperatura media diurna estiva al suolo è stata confrontata con il dato di popolazione 2021 ottenuto spazializzando sulla carta nazionale del consumo di suolo 2021 i dati del censimento Istat 2021 (per maggiori informazioni consultare l'edizione 2024 del rapporto SNPA "Consumo di suolo dinamiche territoriali e servizi ecosistemici").

[78] Si fa riferimento alla classe "Urbano" dello strato "Grado di artificializzazione" ottenuto a partire dalla carta nazionale del consumo di suolo 2024.

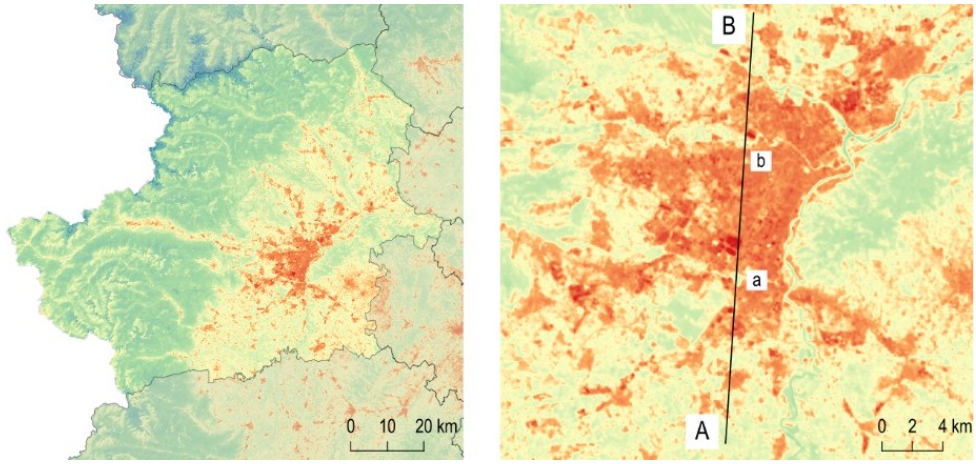


Figura 138. Temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 nella provincia di Torino

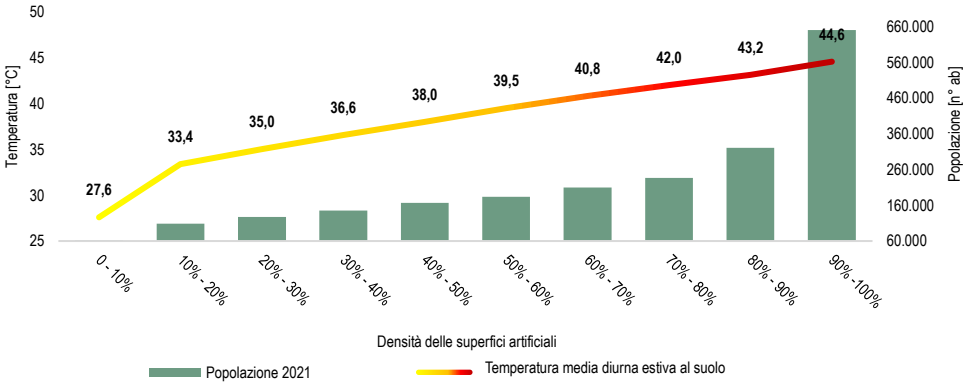


Figura 139. Andamento della temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 e numero di abitanti (2021) esposti per classi di densità delle superfici artificiali

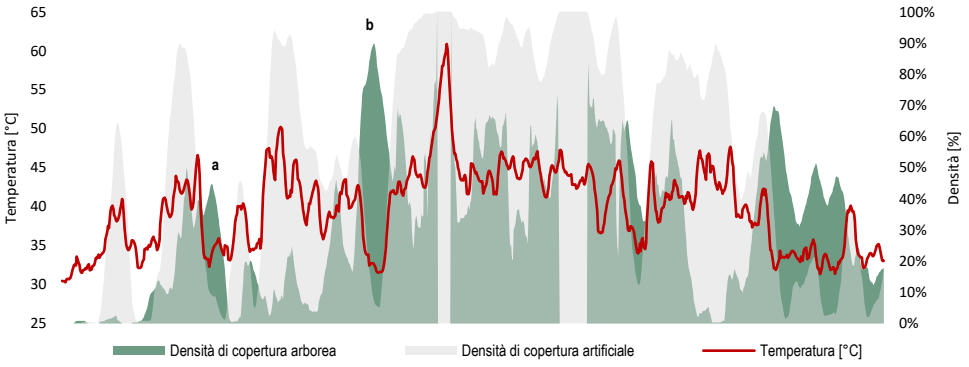


Figura 140. Torino (a) Parco Miraflores (Boschetto), (b) Parco Pellerina

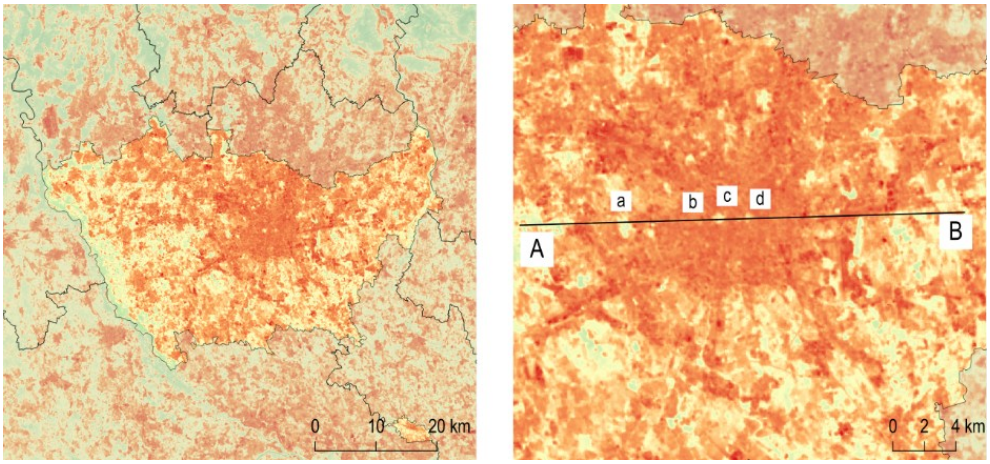


Figura 141. Temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 nella provincia di Milano

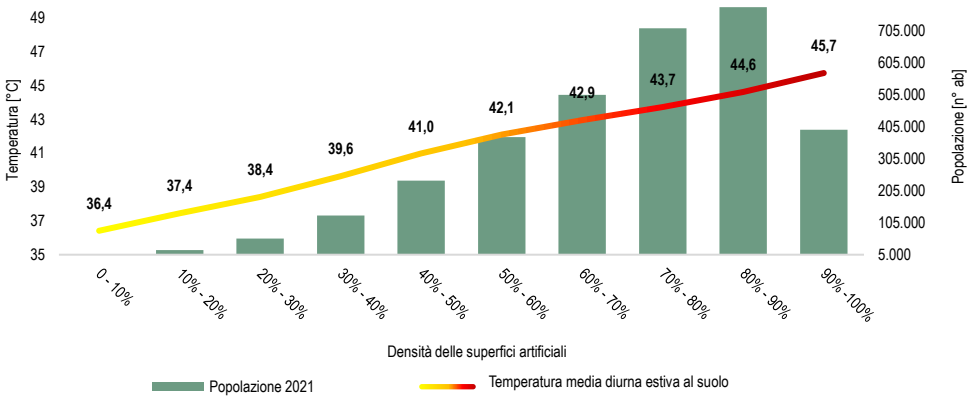


Figura 142. Andamento della temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 e numero di abitanti (2021) esposti per classi di densità delle superfici artificiali

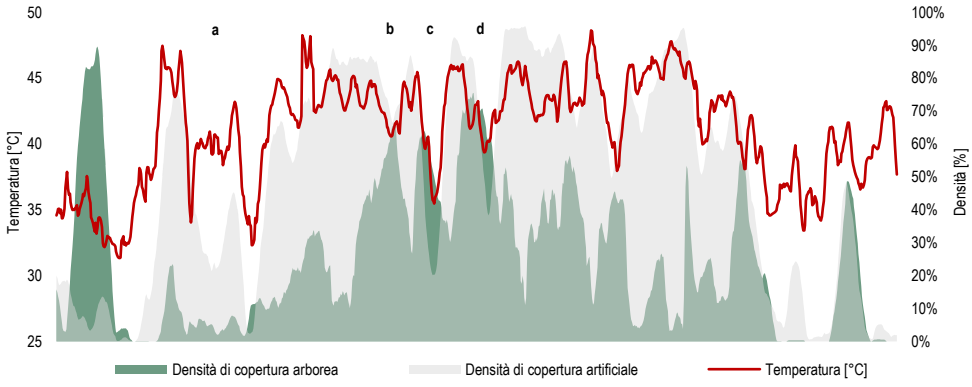


Figura 143. Milano (a) Parco delle Cave, (b) Parco Guido Vergani, (c) Parco Sempione, (d) Giardini Indro Montanelli

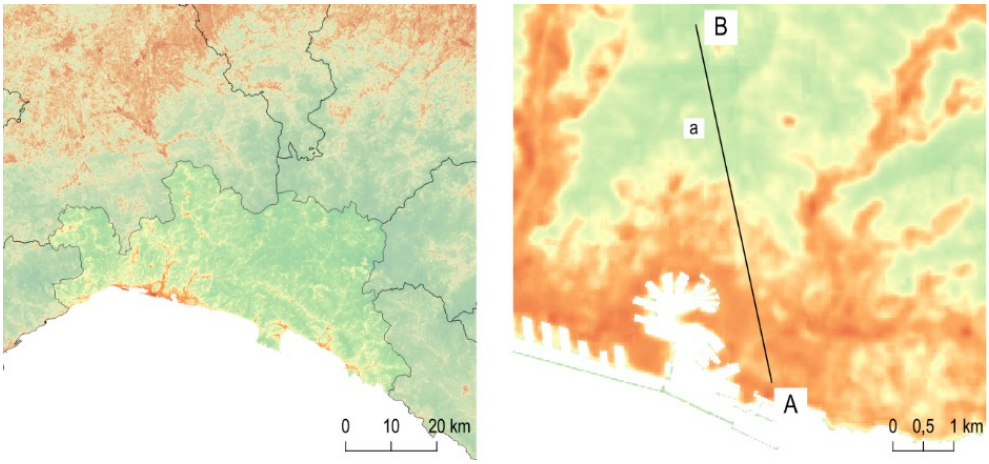


Figura 144. Temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 nella provincia di Genova

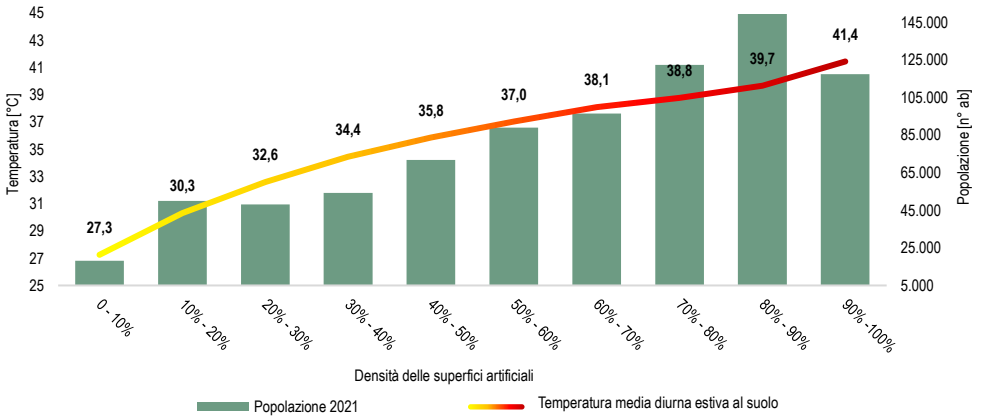


Figura 145. Andamento della temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 e numero di abitanti (2021) esposti per classi di densità delle superfici artificiali

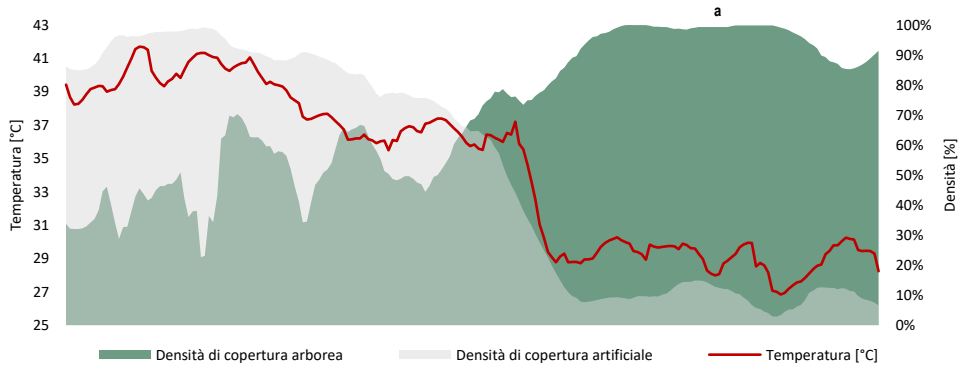


Figura 146. Genova (a) Area naturale Parco delle mura

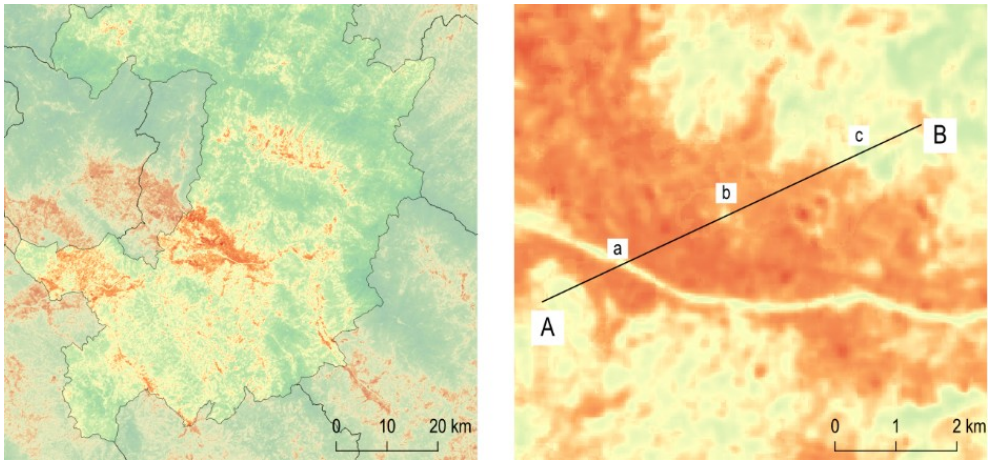


Figura 147. Temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 nella provincia di Firenze

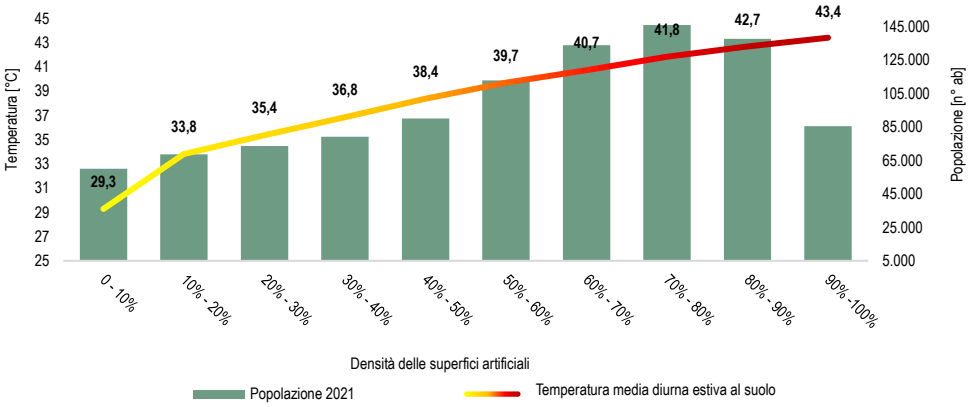


Figura 148. Andamento della temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 e numero di abitanti (2021) esposti per classi di densità delle superfici artificiali

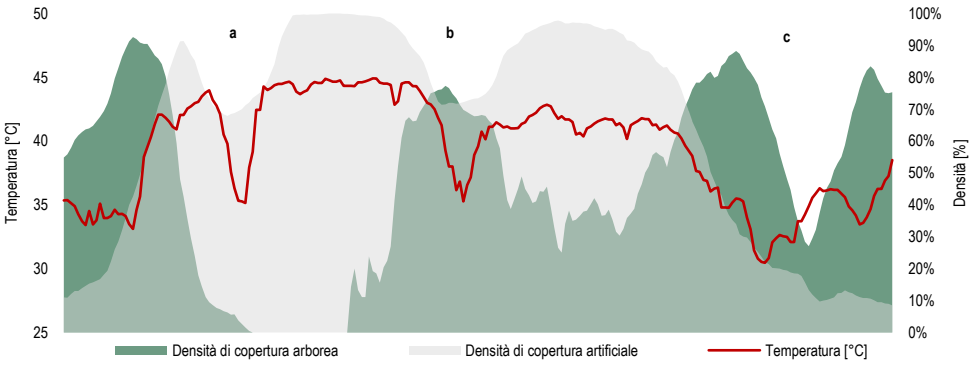


Figura 149. Firenze (a) Fiume Arno, (b) Giardino della Gherardesca, (c) area naturale

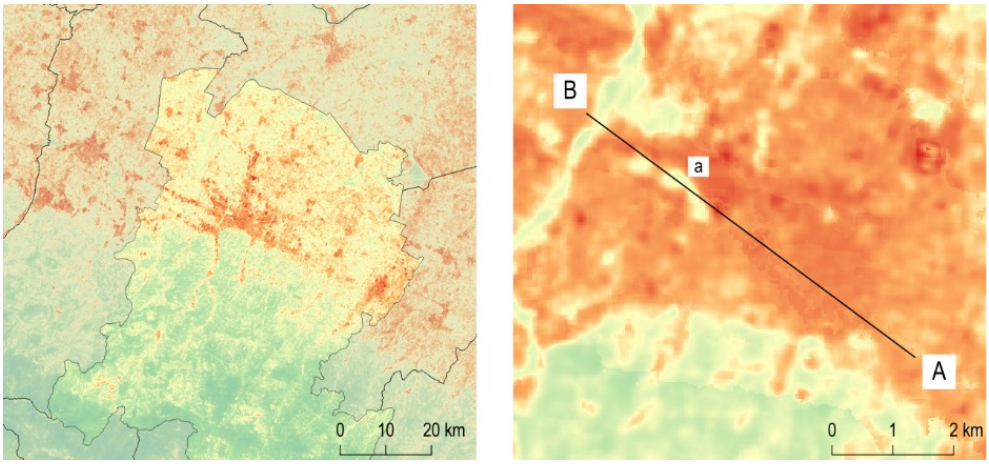


Figura 150. Temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 nella provincia di Bologna

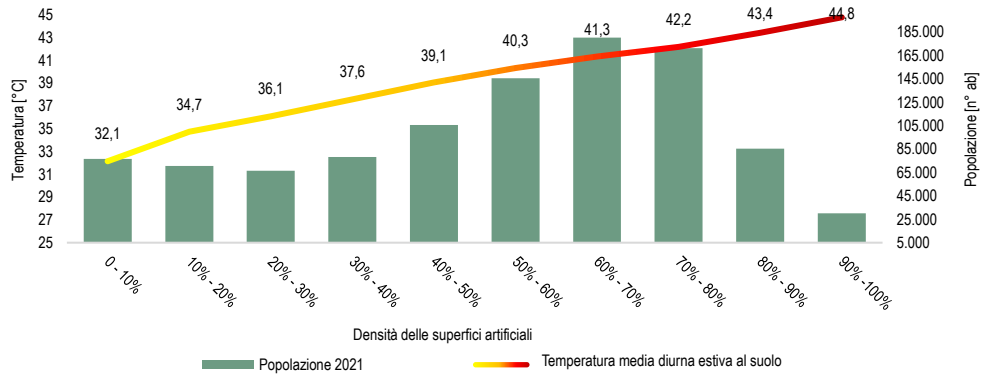


Figura 151. Andamento della temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 e numero di abitanti (2021) esposti per classi di densità delle superfici artificiali

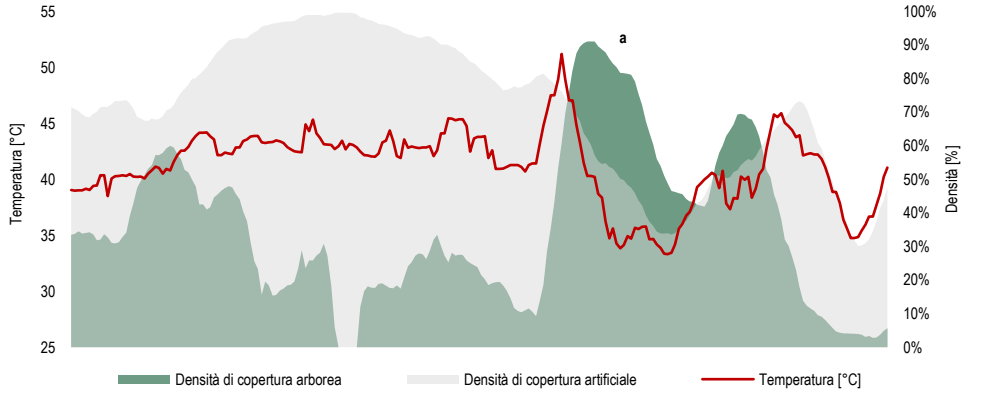


Figura 152. Bologna (a) Prati di Caprara

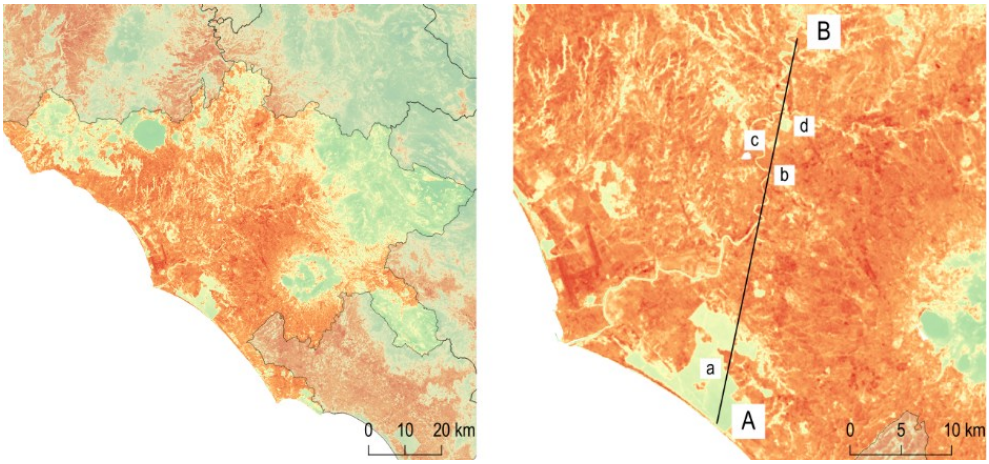


Figura 153. Temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 nella provincia di Roma

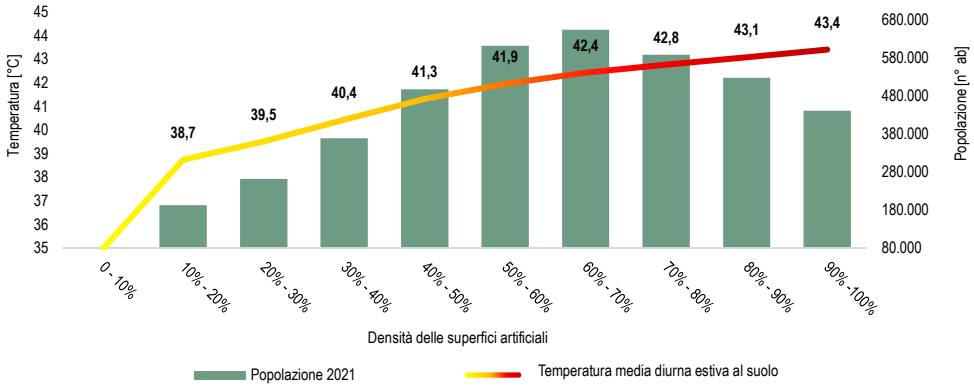


Figura 154. Andamento della temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 e numero di abitanti (2021) esposti per classi di densità delle superfici artificiali

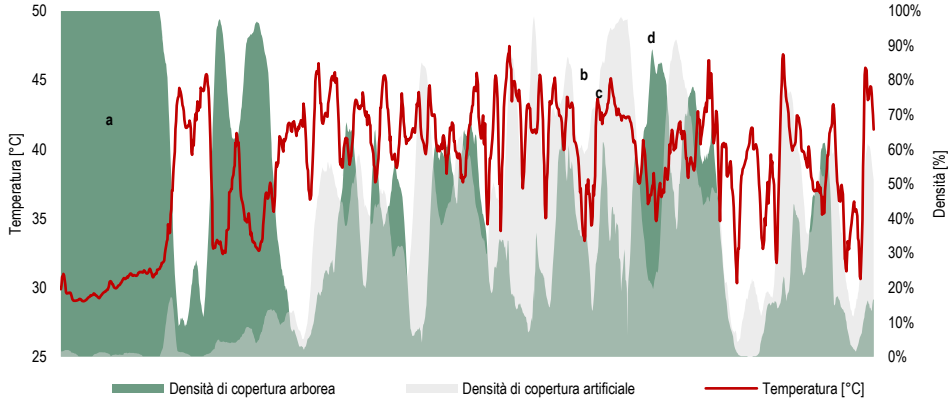


Figura 155. Roma (a) Tenuta di Castelporziano, (b) Tevere, (c) Villa Borghese, (d) Villa Ada

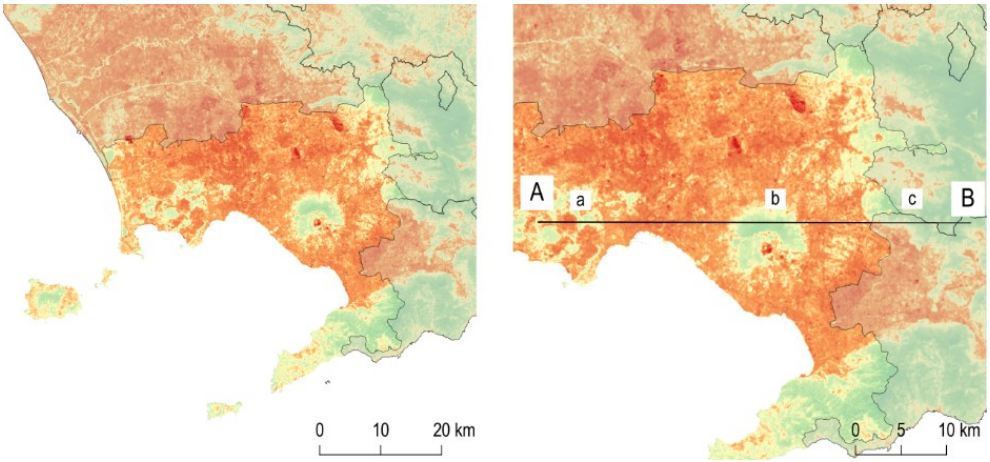


Figura 156. Temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 nella provincia di Napoli

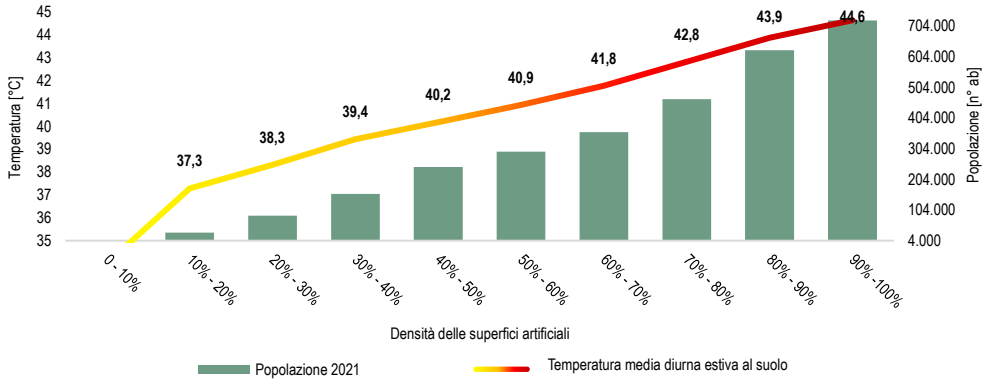


Figura 157. Andamento della temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 e numero di abitanti (2021) esposti per classi di densità delle superfici artificiali

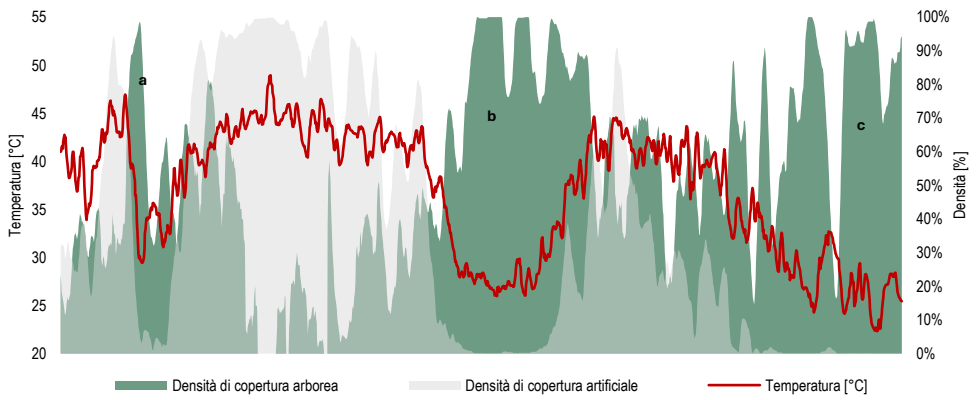


Figura 158. Napoli (a) Parco urbano dei Camaldoli, (b) Parco Nazionale del Vesuvio, (c) Area naturale della pineta Tribucchi

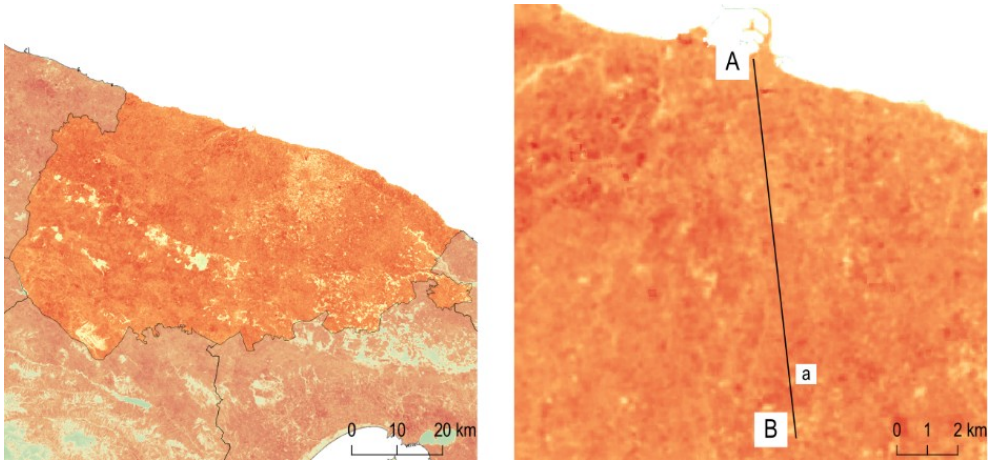


Figura 159. Temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 nella provincia di Bari

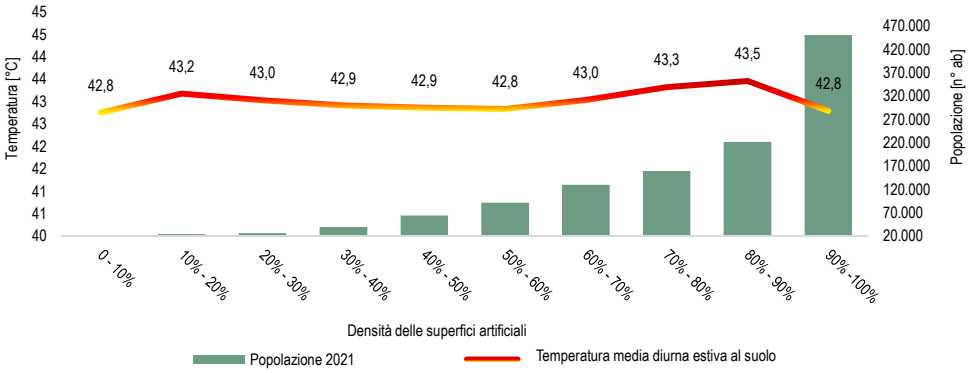


Figura 160. Andamento della temperatura media diurna estiva al suolo (LST) (°C) per gli anni dal 2019 al 2024 e numero di abitanti (2021) esposti per classi di densità delle superfici artificiali

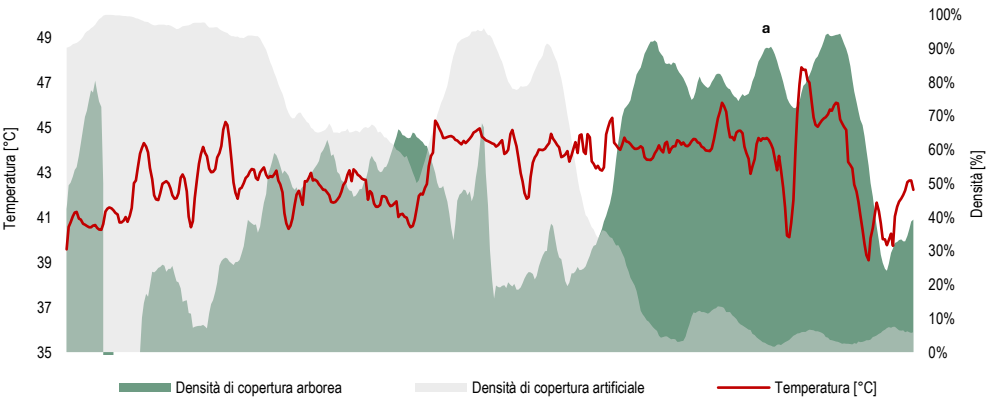


Figura 161. Bari (a) oliveti

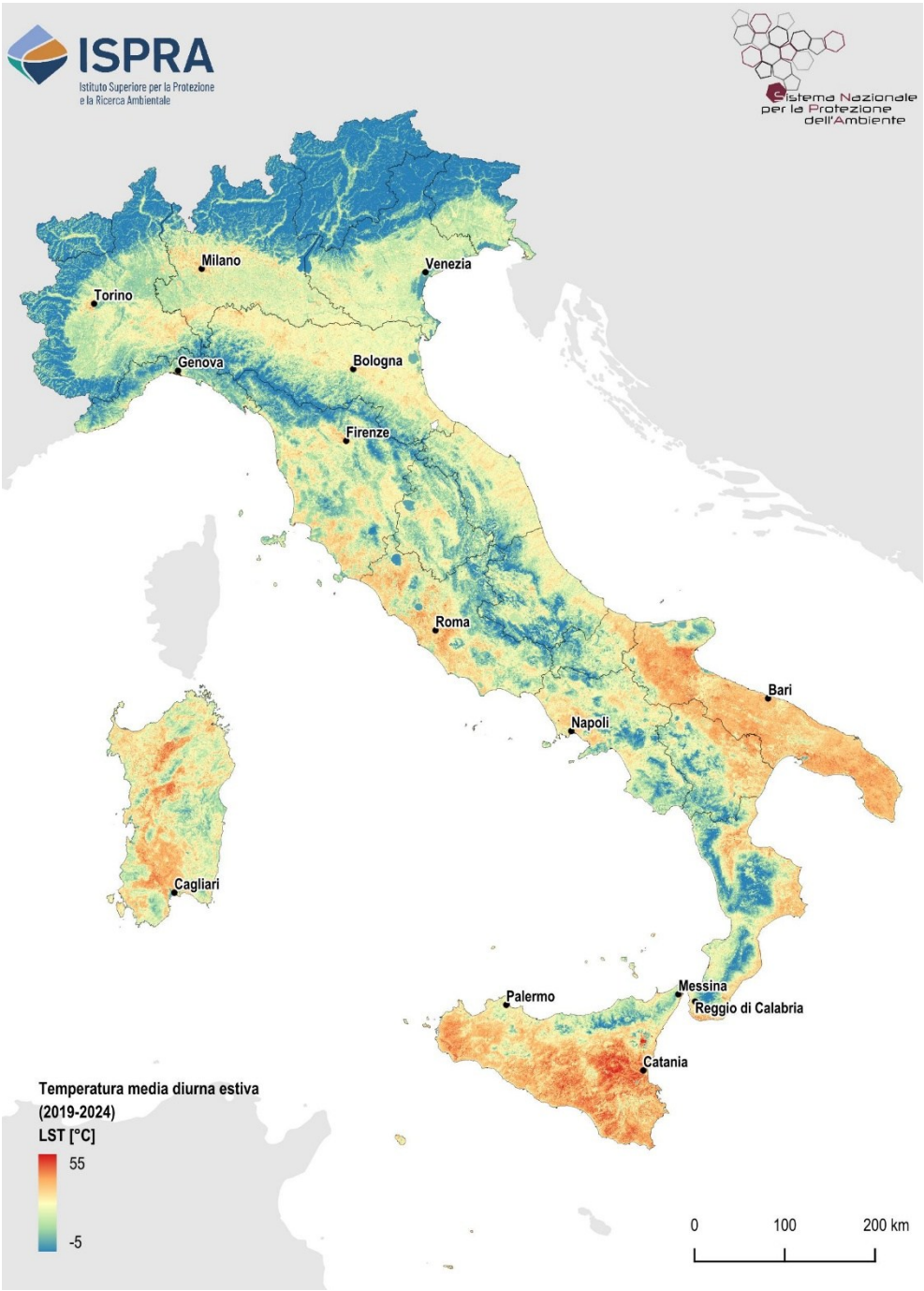


Figura 162. Temperatura (LST) media diurna estiva al suolo [°C] per gli anni dal 2019 al 2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8, Landsat 9 e MODIS

IMPATTO SU AREE AD ALTO VALORE ECOLOGICO E AD ALTA FRAGILITÀ AMBIENTALE E PERDITA DI ECOSISTEMI

Aree ad alto valore ecologico e ad alta fragilità ambientale

Gli indicatori derivati dalla Carta della Natura sintetizzano gli obiettivi della legge quadro in merito alla segnalazione dei "valori naturali" e dei "profili di vulnerabilità" e sono, rispettivamente, il "valore ecologico" e la "fragilità ambientale". L'indice di valore ecologico esprime il valore naturale di un biotopo dal punto di vista ambientale e mette in evidenza aree in cui sono presenti aspetti peculiari di naturalità del territorio; l'indice di fragilità ambientale, invece, esprime il livello di vulnerabilità ponendo in risalto i biotopi che, a causa della compresenza di determinati fattori naturali e disturbi antropici, risultano più sensibili. Entrambi vengono rappresentati a livello cartografico tramite una suddivisione del territorio in cinque classi: molto bassa, bassa, media, alta e molto alta. I valori di suolo consumato (Tabella 101 e Tabella 102) e di consumo di suolo lordo (Tabella 103 e Tabella 104) mostrano una maggiore artificializzazione nelle aree a basso e molto basso valore ecologico (5,25% e 5,53% rispettivamente, con un massimo di oltre il 25% nelle aree a molto basso valore della Liguria), ma anche in quelle ad alta e molto alta fragilità ambientale (3,82 e 5,33%). In tali aree si concentra anche la maggior parte dei nuovi cambiamenti, con un massimo di 556,6 ettari nelle aree a basso valore ecologico della Puglia e 620,7 ettari nelle aree a molto bassa fragilità ambientale dell'Emilia-Romagna; i cambiamenti in aree a molto alto valore ecologico e molto alta fragilità ambientale sono limitati (52,7 ettari e 25,8 ettari rispettivamente). Pur tenendo conto di fattori di scala tra le carte, le analisi del consumo di suolo rispetto ai tipi di paesaggio, ma anche rispetto alle classi di valore ecologico e di fragilità ambientale, mostrano che il consumo di suolo insiste soprattutto su paesaggi, habitat ed ecosistemi accessibili, e dunque su pianure e aree collinari. Nelle aree a maggior disturbo antropico possono rimanere lembi residuali con un discreto livello di naturalità, alto livello di fragilità e alto rischio di artificializzazione.

Tabella 101. Suolo consumato per classi di valore ecologico, espresso in percentuale sulla superficie della classe, rispetto al livello nazionale e regionale (2024)

Regione	Suolo consumato 2024 (%)				
	Molto basso	Basso	Medio	Alto	Molto alto
Piemonte	-	3,47	4,01	2,40	0,89
Valle d'Aosta	1,14	4,33	0,48	1,81	0,67
Lombardia	10,68	8,51	8,03	8,45	12,59
Trentino-Alto Adige	8,52	1,81	4,13	2,61	2,44
Veneto	8,33	9,42	6,08	3,02	0,95
Friuli-Venezia Giulia	4,28	10,78	2,60	1,48	0,83
Liguria	25,16	10,10	2,51	1,79	2,10
Emilia-Romagna	3,87	5,59	2,24	1,77	0,79
Toscana	4,02	5,33	1,73	1,49	1,85
Umbria	4,59	4,89	1,01	1,27	0,99
Marche	4,18	3,01	1,91	1,37	0,77
Lazio	7,55	6,12	2,17	1,33	0,90
Abruzzo	5,74	5,22	1,31	0,94	0,92
Molise	3,95	2,89	1,82	1,70	0,90
Campania	11,22	7,14	2,63	1,57	0,65
Puglia	5,69	5,06	3,34	3,24	1,28
Basilicata	2,33	3,21	2,07	1,31	0,77
Calabria	2,31	8,39	3,13	3,90	3,06
Sicilia	11,82	4,71	4,11	2,19	1,16
Sardegna	2,56	3,70	1,39	0,83	0,76
Italia	**5,53**	**5,25**	**2,30**	**1,87**	**1,15**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8, Landsat 9 e MODIS

Tabella 102. Suolo consumato per classi di fragilità ambientale, espresso in percentuale sulla superficie della classe, rispetto al livello nazionale e regionale (2024)

Regione	Suolo consumato 2024 (%)				
	Molto basso	Basso	Medio	Alto	Molto alto
Piemonte	ND	ND	ND	ND	ND
Valle d'Aosta	0,11	1,70	3,83	5,96	9,32
Lombardia	ND	ND	ND	ND	ND
Trentino-Alto Adige	ND	ND	ND	ND	ND
Veneto	5,29	6,98	3,47	2,92	8,40
Friuli-Venezia Giulia	1,62	3,61	4,21	3,32	3,03
Liguria	5,65	2,29	3,06	7,82	9,78
Emilia-Romagna	3,48	3,01	2,77	4,33	2,55
Toscana	3,32	2,74	2,87	4,08	6,31
Umbria	4,65	1,90	1,26	2,97	1,89
Marche	3,32	2,39	3,58	8,14	12,58
Lazio	4,21	4,39	4,25	5,93	9,66
Abruzzo	3,18	2,55	2,14	8,76	6,59
Molise	2,72	2,69	1,41	3,17	6,29
Campania	5,75	4,16	5,15	2,82	8,02
Puglia	4,79	3,37	2,72	5,07	3,42
Basilicata	2,67	1,76	1,97	2,26	5,98
Calabria	ND	ND	ND	ND	ND
Sicilia	4,65	3,66	2,17	4,70	6,15
Sardegna	1,90	1,77	2,95	2,29	2,98
Italia	**3,83**	**3,35**	**3,06**	**3,82**	**5,33**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8, Landsat 9 e MODIS

Tabella 103. Consumo di suolo lordo (2023-2024) per classi di valore ecologico, espresso in ettari e in variazione percentuale sul suolo consumato al 2023, rispetto al livello nazionale e regionale

Regione	Consumo di suolo lordo 2023 – 2024									
	Molto basso		Basso		Medio		Alto		Molto alto	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Piemonte	-	-	2	0,29	6	0,19	3	0,07	2	0,50
Valle d'Aosta	-	1,18	1	0,23	-	0,07	8	0,25	-	0,15
Lombardia	73	0,46	1	0,06	7	0,41	19	0,17	3	0,22
Trentino-Alto Adige	-	-	-	-	-	-	16	0,48	6	0,26
Veneto	429	0,63	66	0,86	11	0,30	23	0,24	9	0,29
Friuli-Venezia Giulia	98	1,15	24	0,38	9	0,86	15	0,38	2	0,18
Liguria	1	0,04	10	0,11	5	0,18	3	0,06	-	0,05
Emilia-Romagna	635	1,64	53	0,37	43	0,54	41	0,64	1	0,22
Toscana	82	1,19	82	0,21	16	0,24	28	0,23	2	0,15
Umbria	6	0,23	90	0,49	6	0,28	5	0,33	1	0,21
Marche	113	0,57	3	0,19	5	0,14	8	0,42	-	-
Lazio	116	0,54	552	1,59	18	0,37	25	0,52	1	0,09
Abruzzo	121	1,24	128	0,91	16	0,58	9	0,33	7	1,06
Molise	15	0,82	20	0,41	2	0,13	3	0,16	1	0,21
Campania	23	0,51	311	0,65	11	0,30	45	1,13	-	0,04
Puglia	2	0,62	557	0,87	35	0,43	26	0,72	5	0,24
Basilicata	43	0,98	28	0,32	16	0,32	6	0,19	1	0,29
Calabria	-	0,21	-	0,05	-	0,03	4	0,15	1	0,16
Sicilia	3	0,12	437	0,75	207	0,97	86	0,83	6	0,26
Sardegna	29	0,66	356	1,59	149	1,40	14	0,31	3	0,19
Italia	**1.787**	**0,85**	**2.722**	**0,77**	**563**	**0,61**	**385**	**0,39**	**53**	**0,24**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8, Landsat 9 e MODIS

Tabella 104. Consumo di suolo lordo (2023-2024) per classi di fragilità ambientale, espresso in ettari e in variazione percentuale sul suolo consumato al 2023, rispetto al livello nazionale e regionale

Regione	Consumo di suolo lordo 2023 – 2024									
	Molto basso		Basso		Medio		Alto		Molto alto	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Piemonte	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Valle d'Aosta	-	0,19	5	0,29	3	0,23	1	0,11	-	-
Lombardia	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trentino-Alto Adige	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Veneto	216	0,59	304	0,64	10	0,20	7	0,28	-	-
Friuli-Venezia Giulia	28	0,62	78	0,84	23	0,53	19	0,69	-	0,01
Liguria	8	0,07	8	0,15	2	0,08	1	0,19	-	-
Emilia-Romagna	621	1,16	113	0,91	31	2,24	9	3,97	-	-
Toscana	99	0,36	88	0,35	18	0,19	3	0,11	2	0,77
Umbria	81	0,46	22	0,39	3	0,24	2	0,30	-	-
Marche	95	0,57	21	0,33	11	0,39	1	0,14	-	-
Lazio	429	1,03	258	1,24	18	0,47	7	0,62	1	0,76
Abruzzo	222	1,09	46	0,59	10	0,63	5	1,00	-	0,56
Molise	19	0,39	17	0,82	2	0,09	2	0,17	1	0,75
Campania	118	0,46	115	0,67	123	0,80	20	0,96	13	2,41
Puglia	507	0,82	82	0,70	20	0,59	15	0,96	-	0,17
Basilicata	63	0,59	17	0,27	6	0,19	6	0,59	1	0,88
Calabria	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sicilia	318	0,80	327	0,73	39	0,66	48	1,12	7	1,60
Sardegna	110	0,59	267	1,29	172	4,70	1	0,21	1	0,91
Italia	**3.023**	**0,72**	**1.817**	**0,68**	**492**	**0,72**	**152**	**0,60**	**26**	**1,09**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8, Landsat 9 e MODIS

Impatti sugli ecosistemi naturali e semi-naturali

La "Carta degli Ecosistemi d'Italia V2.0" (Blasi *et al.*, 2017; Blasi *et al.*, 2023) ha consentito di valutare la distribuzione delle coperture artificiali e le pressioni esercitate dai nuovi cambiamenti sugli 85 ecosistemi naturali e semi-naturali individuati sul territorio italiano (44 forestali, 8 arbustivi, 8 prativi, 7 erbacei radi o privi di vegetazione, 11 acquatici e 7 igrofili). Su questi ecosistemi, tra l'altro, è stata applicata nel 2021 la valutazione di rischio che ha permesso di ottenere, secondo i criteri stabiliti dall'IUCN, la Lista Rossa degli ecosistemi d'Italia che rappresenta uno strumento complementare alle Liste Rosse compilate a livello di specie e di habitat. Il consumo di suolo è uno dei fattori di pressione considerati per la valutazione della degradazione ambientale (criterio C) e quindi dello stato di rischio degli ecosistemi nelle cinque province ecoregionali e di conseguenza a scala nazionale (Capotorti *et al.*, 2020); in questo senso, l'attività di mappatura annuale del consumo di suolo è un utile strumento per il monitoraggio dello stato di conservazione degli ecosistemi, supportando l'aggiornamento costante delle valutazioni già in essere.

Benché la percentuale di superficie interessata dalla presenza di suolo consumato sia limitata nella maggior parte degli ecosistemi naturali e semi-naturali (Tabella 105), analizzando i singoli ecosistemi si hanno valori superiori alla media nazionale negli ecosistemi psammofili nord adriatici (classe F1; 14,01%), peninsulari (classe F2; 16,99%), e delle Isole maggiori (classe F3; 9,05%) nonché negli ecosistemi idrofitici, dulcicoli e lentici, della Pianura Padana (classe G9; 19,02%) e negli ecosistemi idrofitici, dulcicoli, lotici e di sorgente alpini (G12; 8,44%). Da evidenziare che F1, F2 e F3 sono considerati a rischio nella Lista Rossa degli ecosistemi d'Italia; nello specifico, F1 e F2 sono valutati CR (*Critically Endangered* ovvero in pericolo critico) mentre F3 come EN (*Endangered* ovvero in pericolo).

Valori di suolo consumato maggiori del 5% interessano anche le classi C34 riferibili alle pinete costiere nord adriatiche (5,83%) e G1 riferibili agli ecosistemi igrofili, ripariali (localmente glareicoli) e di torbiera, dulcicoli e alpini (5,62%).

Infine, si registrano valori di suolo consumato superiori al 3% nei seguenti ecosistemi: C26 (ecosistemi forestali e arbustivi ripariali, alpini e prealpini; 3,73%), E3 (ecosistemi arbustivi, collinari delle Alpi e planiziali della Pianura Padana; 319%), G14 (ecosistemi idrofitici, dulcicoli, lotici, peninsulari; 4,18%), G15 (ecosistemi idrofitici, dulcicoli, lotici, delle Isole maggiori; 3,54%) e C30 (Ecosistemi forestali, alpini e prealpini, a latifoglie alloctone; 3,37%). Rispetto agli ecosistemi igrofili e acquatici (codici G) si tratta spesso di contesti ad elevato valore conservazionistico anche in ragione della loro scarsa estensione e che andrebbero attenzionati con strumenti di valutazione puntuali. La densità di cambiamenti conferma la maggiore pressione a cui sono sottoposti gli ecosistemi costieri sabbiosi e gli ecosistemi legati alle zone umide/ripariali.

Tabella 105. Sintesi dei dati su suolo consumato e consumo di suolo annuale per ecosistemi

Ecosistema	Suolo consumato 2024		Consumo di suolo 2023-2024 (ha)	Densità di consumo di suolo 2023-2024 (m^2/ha)
	(ha)	(%)		
Ecosist. forestali di latifoglie sempreverdi (C1-C4)	7098	0,9	11,8	0,15
Ecosist. forestali di latifoglie decidue (C5 – C33)	73.842	1,4	114,3	0,21
Ecosist. forestali di aghifoglie (C34 – C43)	17.022	1,0	37,5	0,22
Ecosist. erbacei (D1 – D8)	13.747	0,8	93,8	0,54
Ecosist. arbustivi (E1 – E8)	28.042	1,3	102,3	0,48
Ecosist. erbacei radi/privi di vegetazione (F1 – F7)	2001	0,4	2,9	0,06
Ecosist. igrofili (G1 – G7)	4126	2,5	28,7	1,73
Ecosist. acquatici (G8 – G18)	4565	1,4	10,3	0,32
Totale	**150.442**	**1,2**	**401,5**	**0,31**

Fonte: elaborazione ISPRA su dati Blasi et al., 2023 e cartografia SNPA

Figura 163. "il Gheppio", foto tratta dal concorso fotografico "uno scatto per raccontare il cambiamento", scattata da Paolo Pileri il 27 agosto 2025 nei piani di Annifo (PG) dove è in corso la costruzione del nuovo metanodotto Sulmona - Foligno. Il Gheppio privato dei suoi posatoi abituali si "adatta" ai paletti che delimitano gli scavi del metanodotto, una grande cicatrice arancione che percorre il suolo per centinaia di chilometri a testimonianza che la natura trova sempre un rimedio alle espansioni umane

Impatti sugli ecosistemi forestali

Questo paragrafo sfrutta l'esistenza di una mappa di copertura che possiede dati altimetrici per studiare in modo innovativo il fenomeno della perdita di copertura forestale dovuta al consumo di suolo. Per farlo viene utilizzata la mappa della copertura arborea *Global Canopy Height* (Tolan *et al*., 2024), che mostra l'altezza delle chiome degli alberi in tutto il mondo con una risoluzione di 10 metri. Si tratta di un progetto frutto della collaborazione tra Meta e il *World Resources Institute* sviluppato applicando strumenti basati sull' intelligenza artificiale a foto satellitari ad alta risoluzione ottenute tra il 2009 e il 2020.

L'analisi di perdita di copertura forestale è stata svolta partendo dalle cartografie nazionali del consumo di suolo relative al 2020 e al 2024 e ricavando le aree corrispondenti ai fenomeni di artificializzazione e di impermeabilizzazione verificatisi tra questi anni. Allo stesso tempo, la *Global Canopy Height map* è stata uniformata ai dati prodotti dall'ISPRA attraverso l'allineamento dei dati spaziali e il filtraggio dei dati forestali relativi al 2020 sulla base della classificazione della copertura del suolo dello stesso anno, considerando solo la superficie forestale ricadente su suolo non consumato. È stata così ottenuta una nuova carta forestale con informazioni altimetriche coerenti con la carta nazionale del consumo di suolo. I nuovi dati stimano una superficie forestale totale di 114.864,4 km^2 con il 41,81% di copertura arborea di altezza compresa tra 1 e 5 metri e, quindi, estranea alla classificazione di foresta secondo la notazione FAO. La superficie restante (Tabella) ha un'altezza compresa tra 5 e 15 m (43,65%), e 15 e 30 m (14,53%). Per quanto riguarda le chiome con un'altezza superiore a 30 m, rappresentano meno dello 0,015% della superficie totale.

Confrontando i dati relativi all'uso del suolo e la nuova carta della copertura forestale, è stato quindi possibile ricavare le aree forestali interessate da consumo di suolo nel periodo 2020-2024. I risultati hanno mostrato una perdita di 2.313,41 ettari dovuta a consumo di suolo (Tabella) che ha interessato il 70,48% delle aree con chiome di altezze comprese tra 1 e 5 m, il 26,05% tra 5 e 15 m e il 3,46% tra 15 e 30 m. L'impermeabilizzazione del suolo, che ha riguardato due terzi in meno di ettari di superficie forestale (765,92 ettari), ha mostrato dinamiche simili, interessando la prima classe di chiome per il 76,28%, la seconda per il 22,30% e la terza per l'1,41%. In entrambi i casi, l'impatto sulle superfici di chiome con altezze superiori ai 30 metri è trascurabile in termini percentuali.

Tabella 106. Superficie forestale per classi di altezza delle chiome

Altezza forestale	Superficie (ha)	Superficie (%)
1 – 5 m	4 802 281,06	41,81
5 – 15 m	5 013 423,60	43,65
15 – 30 m	1 669 073,92	14,53
> 30 m	1 659,69	0,01
Totale	**11 486 438,27**	**100,00**

Fonte: elaborazione ISPRA su dati Tolan *et al*., 2024 e cartografia SNPA

Tabella 107. Superficie forestale soggetta a consumo di suolo tra il 2020 e il 2024 per classi di altezza delle chiome

Altezza forestale	Consumo di suolo reversibile (ha)	Consumo di suolo reversibile (%)	Consumo di suolo permanente (ha)	Consumo di suolo permanente (%)	Totale
1 – 5 m	2.313,41	70,48	765,92	76,28	3.079,33
5 – 15 m	855,16	26,05	223,88	22,30	1.079,04
15 – 30 m	113,47	3,46	14,20	1,41	127,67
> 30 m	0,10	0,00	0,04	0,00	0,14
Totale	**3.282,14**	**100,00**	**1.004,04**	**100,00**	**4.286,18**

Fonte: elaborazione ISPRA su dati Tolan *et al*., 2024 e cartografia SNPA

PERDITA DI SERVIZI ECOSISTEMICI DEL SUOLO

La valutazione dell'impatto che i cambiamenti di uso e copertura del suolo hanno sulla capacità di un suolo naturale o agricolo di fornire servizi ecosistemici, in particolare quando si assiste alla variazione da una copertura naturale o agricola a una artificiale, è utile al fine del riconoscimento del valore del suolo per la regolazione dei principali processi ambientali, per la produzione di cibo e prodotti agricoli, per supportare la biodiversità e per il benessere della popolazione.

Considerando l'obiettivo dell'inserimento della protezione delle funzioni del suolo nella pianificazione territoriale, è necessario richiamare l'attenzione anche sull'importanza della quantificazione biofisica dei servizi (dallo scorso anno non riportata) e, in particolare, su quella di considerare una gerarchia nei servizi, individuando servizi prioritari come quelli di regolazione. Ciò perché troppo spesso, nella valutazione economica, ad esempio, i servizi di regolazione sono meno considerati a causa della difficoltà di valutazione. Si vuole richiamare infine, per una corretta interpretazione dei dati forniti, il fatto che la valutazione economica viene fornita come supporto alla comprensione della dimensione dell'impatto ambientale prodotto con il consumo di suolo e che questi valori rappresentano intrinsecamente una sottostima del valore delle risorse naturali. Di conseguenza, generare un modello di compensazione basato su tali valori deve essere considerato insufficiente dal punto di vista della protezione ambientale. Tali valutazioni, infatti, possono sicuramente aiutare ad aumentare l'attenzione sulle risorse naturali[79] attraverso una considerazione articolata dei valori in gioco, monetari e no, ma non devono portarci a ridurre il valore della Natura a un unico criterio monetario, che ha in sé delle buone ragioni come, ad esempio, la capacità di mostrare il valore di una risorsa con un codice a tutti noto, ma rischia di alimentare un perverso e incancellabile retropensiero secondo il quale, in fondo, ogni risorsa è una merce con un prezzo e, quindi, con un possibile mercato di scambio che non può tenere in conto il vero valore e il concetto di incommensurabilità della Natura (Pileri *et al.*, 2018).

Al fine di valutare l'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici, sono stati analizzati i flussi annui e gli stock del capitale naturale perso a causa delle trasformazioni rilevate nel monitoraggio SNPA. Nei precedenti rapporti la valutazione economica dei servizi ecosistemici persi a causa del consumo di suolo è stata eseguita con analisi spaziali, utilizzando la cartografia ad alta risoluzione di copertura del suolo prodotta da ISPRA attraverso la mosaicatura degli strati ad alta risoluzione di Copernicus, integrati con la serie storica della carta nazionale del consumo di suolo, e utilizzando dei modelli spazialmente espliciti[80]. Da tali valutazioni si è individuata la perdita di servizi ecosistemici che mediamente è da attribuire a una singola unità di superficie a causa dell'intervento antropico. Il consumo di suolo 2023-2024 è stato, quindi, moltiplicato per il valore medio per ettaro[81] dei dati nazionali e i risultati sono stati sommati alla serie storica.

La stima dei costi totali della perdita del flusso annuale di servizi ecosistemici varia da un minimo di 8,66 a un massimo di 10,59 miliardi di euro, persi ogni anno a causa del consumo di suolo avvenuto tra il 2006 e il 2024 (Tabella 108). Il valore più alto di perdita è associato al servizio di regolazione del regime idrologico, ovvero all'aumento del deflusso superficiale prodotto dal consumo di suolo e a cui sono associati valori di perdita del flusso annuale tra il 2006 e il 2024 compresi tra da un minimo di 8,03 miliardi a un massimo di 9,36 miliardi di euro l'anno. A questo servizio è connesso anche il valore più alto di perdita tra il 2023 e il 2024 (Tabella 109), mentre complessivamente nell'ultimo anno si stima

[79] È utile, comunque, ricordare che molti ritengono, per dirla con le parole di George Monbiot, che "illusoria è l'aspettativa che si possa difendere il mondo vivente applicando la stessa mentalità che lo sta distruggendo. Idee come quella che la natura esista per servire a noi; che il suo valore stia nei benefici strumentali che possiamo estrarne; che questo valore possa essere misurato in moneta contante; e che ciò che non può essere misurato non ha importanza, si sono dimostrate letali per il resto della vita sulla Terra" (Femia e Monbiot, 2018).

[80] Per approfondimenti sulla metodologia si rimanda all'edizione 2022 del rapporto (Munafò, 2022).

[81] La perdita economica del flusso annuale dei servizi ecosistemici è stimata in un valore medio di 70.835 €/ha, mentre la perdita di *stock* è stimata in un valore medio di 171.278 €/ha.

una perdita del flusso di servizi ecosistemici che varia da un minimo di 500 a un massimo di 611 milioni di euro l'anno.

Tabella 108. Valutazione economica della perdita di flussi di servizi ecosistemici tra il 2006 e il 2024

Servizi ecosistemici	Valore minimo (€/anno)	Valore medio (€/anno)	Valore massimo (€/anno)
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-892.867	-2.803.798	-4.714.729
Qualità degli habitat	-53.720.375	-53.720.375	-53.720.375
Produzione agricola	-406.427.504	-406.427.504	-406.427.504
Produzione di legname	-119.632.196	-119.632.196	-119.632.196
Impollinazione	-25.693.741	-29.999.897	-34.306.050
Regolazione del microclima	-12.610.756	-31.526.887	-50.443.022
Rimozione particolato e ozono	-5.565.166	-11.237.017	-16.908.867
Disponibilità di acqua	-8.107.480	-101.343.504	-194.579.528
Regolazione del regime idrologico	-8.028.766.941	-8.692.478.342	-9.356.189.743
Purificazione dell'acqua dai contaminanti	-1.226.502	-175.560.859	-349.895.219
Totale	**-8.662.643.525**	**-9.624.730.379**	**-10.586.817.231**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 109. Valutazione economica della perdita di flussi di servizi ecosistemici tra il 2023 e il 2024

Servizi ecosistemici	Valore minimo (€/anno)	Valore medio (€/anno)	Valore massimo (€/anno)
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-51.587	-161.995	-272.401
Qualità degli habitat	-3.103.783	-3.103.783	-3.103.783
Produzione agricola	-23.482.015	-23.482.015	-23.482.015
Produzione di legname	-6.911.945	-6.911.945	-6.911.945
Impollinazione	-1.484.498	-1.733.293	-1.982.089
Regolazione del microclima	-728.607	-1.821.518	-2.914.429
Rimozione particolato e ozono	-321.536	-649.238	-976.938
Disponibilità di acqua	-468.424	-5.855.287	-11.242.151
Regolazione del regime idrologico	-463.875.158	-502.222.170	-540.569.183
Purificazione dell'acqua dai contaminanti	-70.863	-10.143.317	-20.215.769
Totale	**-500.498.415**	**-556.084.558**	**-611.670.702**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Il valore perso in stock nel periodo 2006-2024 varia tra 20,52 miliardi e 26,02 miliardi di euro, di cui oltre un miliardo dovuto al consumo di suolo dell'ultimo anno (Tabella 110, Tabella 111). La perdita di stock più elevata è associata alla produzione agricola. Questa analisi conferma che il maggiore impatto del consumo di suolo avviene a discapito delle principali funzioni ovvero della regolazione dei cicli naturali (in particolare quello idrologico) e della produzione di beni e materie prime (che, in questo caso, assolvono bisogni primari come acqua e cibo).

Tabella 110. Valutazione economica della perdita di stock di servizi ecosistemici tra il 2006 e il 2024

Servizi ecosistemici	Valore minimo (€)	Valore medio (€)	Valore massimo (€)
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-197.173.187	-619.166.675	-1.041.160.162
Produzione agricola	-20.230.904.562	-22.558.059.445	-24.885.214.327
Produzione di legname	-95.041.100	-95.041.100	-89.668.201
Totale	**-20.523.118.850**	**-23.272.267.222**	**-26.021.415.589**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 111. Valutazione economica della perdita di stock di servizi ecosistemici tra il 2023 e il 2024

Servizi ecosistemici	Valore minimo (€)	Valore medio (€)	Valore massimo (€)
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-11.392.004	-35.773.369	-60.154.733
Produzione agricola	-1.168.873.640	-1.303.328.824	-1.437.784.008
Produzione di legname	-5.491.155	-5.491.155	-5.491.155
Totale	**-1.185.756.798**	**-1.344.593.347**	**-1.503.429.896**

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

DEGRADO DEL SUOLO E DEL TERRITORIO

LAND DEGRADATION

Il progetto pilota sulla *Land Degradation Neutrality* (LDN), promosso dal Segretariato della Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla desertificazione (UNCCD) e il programma LDN *Target Setting* lanciato dallo stesso Segretariato hanno lo scopo di aiutare e affiancare i Paesi nell'individuazione dei target volontari di LDN e nella definizione delle misure associate per il raggiungimento del target 15.3 degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG), da valutare attraverso l'evoluzione della "Percentuale di territorio degradato su superficie totale del territorio" (cfr. § *Consumo, copertura, uso e degrado del suolo*).

La complessità del degrado del suolo e del territorio implica la necessità di valutare molti fattori che siano rappresentativi di contesti pedogenetici estremamente eterogenei ed è per questi motivi che la metodologia di valutazione è ancora oggetto di dibattito scientifico. L'UNCCD (UNCCD, 2016; UNCCD, 2017; UNCCD, 2021) raccomanda l'utilizzo combinato di tre sub-indicatori: la copertura del suolo e suoi cambiamenti nel tempo, la produttività del suolo, il contenuto in carbonio organico (*Soil Organic Carbon*, SOC), suggerendo comunque la possibilità di integrare altri sotto indicatori specifici a livello di singolo Paese. La Commissione Statistica delle Nazioni Unite ha definito l'indicatore 15.3.1 per il monitoraggio del Target 15.3 degli SDGs come percentuale di aree degradate del territorio nazionale, basandosi sulla metodologia usata dalla UNCCD, organismo internazionale di riferimento per quanto riguarda il target 15.3.

Il degrado viene valutato analizzando la variazione dei sotto indicatori considerando come riferimento temporale una baseline (2000-2015) e un periodo di *reporting* (2004-2019). Il degrado complessivo viene derivato dall'integrazione dei diversi sotto indicatori con il criterio *One Out, All Out* (UNCCD, 2021). La valutazione è comunque da considerarsi parziale, in quanto non sono stati considerati altri importanti fenomeni di degrado del suolo, particolarmente evidenti e incisivi nel contesto italiano, quali la salinizzazione, la contaminazione, la compattazione, etc., che andrebbero quindi ad aumentare l'effettiva superficie degradata.

La mancanza di queste informazioni, legata anche all'assenza di una rete di monitoraggio nazionale sui suoli, rende dunque parziale e incompleta la valutazione effettuata. Tuttavia, l'approccio seguito in questo rapporto ricalca la metodologia proposta in ambito internazionale, cercando di utilizzare e valorizzare banche dati nazionali e comunitarie in sostituzione di *dataset* globali di minor dettaglio.

I risultati dell'indicatore di degrado sono stati ottenuti tramite elaborazioni raster tra i *dataset* di *input* di *Land Cover*, Produttività, Contenuto del Carbonio Organico nel Suolo e Carta del Consumo di Suolo (in diverse annualità) utilizzando per alcuni sottoindicatori l'estensione *Trends.Earth*, che permette di processare serie storiche di indici e variabili da immagini satellitari, utilizzando i servizi di elaborazione e il *database* in *cloud* di *Google Earth Engine*.

DEGRADO DOVUTO AI CAMBIAMENTI DI COPERTURA DEL SUOLO

Le carte nazionali delle aree in degrado a causa di cambiamenti di copertura del suolo sono state derivate nel periodo di *baseline* (2000-2015) e nel successivo periodo di *reporting* (2004-2019). Per entrambi i periodi di riferimento sono stati utilizzati gli strati informativi relativi ai cambiamenti di copertura/uso del suolo, ottenuti da *Corine Land Cover* 2000-2012 e 2012-2018 aggiornando rispettivamente al 2015 e al 2019 le superfici artificiali derivanti dalla carta a 10 metri del consumo SNPA e inserendo come ulteriore causa di degrado le transizioni da suolo non consumato a suolo consumato avvenute

nei rispettivi periodi. Le 44 classi della legenda al terzo livello del CLC sono state opportunamente ricondotte alle 7 categorie adottate dall'UNCCD nei processi di *reporting* ambientale (foreste, prati e pascolo, aree agricole, aree artificiali, suolo nudo, corpi idrici e zone umide). Si è preferito lavorare con i file dei cambiamenti per la migliore MMU rispetto all'aggiornamento sessennale proposto dal programma CLC (5 ha vs. 25 ha), adeguando la risoluzione al dettaglio spaziale di 10 metri della carta del consumo di suolo SNPA e sommando per il periodo di *baseline* i cambiamenti 2000-2006 con quelli 2006-2012. Per valutare i cambiamenti della copertura del suolo che potenzialmente causano degrado nei due periodi di riferimento è stata utilizzata una matrice di transizione tra classi di copertura modificata rispetto all'UNCCD (Tabella 112). Nella matrice di transizione viene definito il significato, in termini di degrado, di ogni transizione di copertura del suolo tra il periodo iniziale ed il periodo finale (2000-2015 e 2016-2019). Gli elementi indicati in rosso (segno -) sono identificati come degrado nell'output finale, quelli in bianco (zero) sono identificati come stabili, e in verde (segno +) sono indicati come miglioramento. Ad esempio, la transizione da foreste nel 2000, a qualsiasi altra classe di copertura nel 2015 viene considerata come causa di degrado.

Tabella 112. Matrice di transizione di copertura del suolo nei due periodi di riferimento (rosso = degrado, bianco = stabile, verde = miglioramento)

		Copertura del suolo finale						
		Foreste	Prati-pascolo	Aree agricole	Aree artificiali	Suolo nudo	Zone umide	Corpi Idrici
Copertura del suolo iniziale	Foreste	0	-	-	-	-	-	0
	Prati-pascolo	+	0	-	-	-	-	0
	Aree agricole	+	+	0	-	-	-	0
	Aree artificiali	+	+	+	0	+	+	0
	Suolo nudo	+	+	+	-	0	+	0
	Zone umide	-	-	-	-	-	0	0
	Corpi idrici	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: ISPRA

DEGRADO DOVUTO ALLA PERDITA DI PRODUTTIVITÀ

La produttività del suolo è definita come la capacità di trasformazione da parte degli organismi autotrofi (anche detti produttori primari) di carbonio organico atmosferico in biomassa. La produttività primaria netta (NPP) è la quantità netta di carbonio assimilata tramite fotosintesi in un determinato periodo di tempo (Clark *et al.*, 2001) ed è tipicamente rappresentata in unità come kg/ha/anno.
Lo standard internazionale per il calcolo della NPP (gC/m²/giorno) è stato stabilito nel 1999 dalla NASA in previsione del lancio del sensore MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) a partire da dati multitemporali di riflettanza delle superfici, tenendo conto delle varie tipologie climatiche e vegetazionali.
L'indicatore più comunemente usato come proxy per la NPP è l'Indice di vegetazione differenziale normalizzato (NDVI), calcolato utilizzando le informazioni spettrali dalle bande del rosso e del vicino infrarosso. Rispetto alla metodologia utilizzata per il reporting PRAIS delle nazioni unite riferito all'anno 2019, per la cui metodologia occorre fare riferimento alle edizioni passate di questo rapporto, in questa edizione si è scelto di fornire un aggiornamento circa uno dei sottoindicatori, la produttività (Markos *et al.*, 2023), che verrà presentato in un paragrafo successivo.

DEGRADO DOVUTO ALLA PERDITA DI CARBONIO ORGANICO DEL SUOLO

Il terzo sotto-indicatore per il monitoraggio del degrado del territorio quantifica le variazioni del carbonio organico nel suolo (SOC) in un periodo di riferimento[82]. I cambiamenti nel SOC sono particolarmente difficili da valutare per diversi motivi: l'elevata variabilità spaziale delle proprietà del suolo, la diversa frequenza dei monitoraggi nonché le differenti metodologie di indagine costituiscono i principali limiti nelle stime del SOC per la maggior parte del territorio. Per stimare i cambiamenti di carbonio organico nel suolo negli orizzonti più superficiali, sono stati utilizzati i dati di copertura del suolo del paragrafo precedente (*baseline*: 2000-2015 e periodo di *reporting*: 2016-2019) e la carta nazionale del carbonio organico realizzata nell'ambito delle attività della *Global Soil Partnership* (*Global Soil Organic Carbon Map* - FAO and ITPS, 2018), ottenuta dall'analisi di 6.748 profili stratigrafici collezionati dal 1990 al 2013 accompagnati da una serie di covariate (uso del suolo, dati pluviometrici, DTM, etc.).
Le elaborazioni relative all'indicatore di degrado dovuto alla perdita di carbonio organico nel suolo sono state realizzate tramite *Trends.earth*. utilizzando come strati informativi di riferimento per la copertura del suolo, gli stessi ottenuti per il sottoindicatore specifico.

INDICATORE SDG 15.3.1

L'indicatore finale riassume le informazioni relative alla *baseline* e al periodo di *reporting* secondo la metodologia proposta dall'UNCCD per il calcolo dell'SDG 15.3.1 e tiene conto degli aggiornamenti ai metadati forniti da UNSD (2022) e aggiornati al 31 marzo 2022.
Per il periodo di *baseline* è prevista l'individuazione delle aree stabili o degradate, laddove solo uno dei tre subindicatori assume un valore in peggioramento (principio del "*One Out All Out*"). La percentuale di suolo degradato è legata, in questi casi, alla diminuzione della produttività e, in particolare, al valore assunto dal subindicatore della WUE. Il peso dell'indicatore risente, oltre che della risoluzione spaziale grossolana del dataset (500 m), del contributo distorsivo dei fattori climatici e dalle differenti risposte fenologiche, oltre che da fenomeni di disturbo di natura antropica a scala locale.
Nel calcolo della superficie degradata al 2019 (Tabella 115) è stata considerata come superficie complessiva la somma della superficie degradata al 2015 e quella degradata successivamente (periodo di *reporting* tra il 2004 e il 2019[83]). Nel computo totale sono considerate degradate anche le superfici consumate al 2019 e quelle degradate da baseline e non migliorate di condizione nel successivo periodo.
Nel confronto tra stime regionali è opportuno tener conto delle diverse condizioni geomorfologiche, climatiche e di uso del suolo che possono incidere nei tempi e nelle modalità di risposta alle cause di degrado. Nel periodo di *reporting*, la superficie nazionale considerata come degradata si attesta al 13,7%, è utile notare come nello stesso periodo la porzione di territorio nazionale che ha visto migliorare le sue condizioni in uno stato di non degradato ha raggiunto il 5,9%.
Tuttavia, le differenti stime regionali e di ripartizione rivelano comportamenti differenti, al centro migliorano le condizioni in maniera più decisa che nel resto del Paese.
Il calcolo finale dell'SDG 15.3.1 al 2019, considerando l'apporto del degrado di baseline e di periodo di *reporting* (o *progress*) combinati secondo schema di Tabella 113, stima la percentuale di territorio degradato per il livello nazionale al 21,2%. Considerato il bilancio secondo la formula indicata nelle linee guida dell'UNCCD, per il territorio nazionale il valore dell'indicatore SDG si attesta al 17,4%. La stima

[82] Rispetto alla valutazione della perdita di carbonio stoccato come servizio ecosistemico qui viene valutato esclusivamente il pool "suolo", e sono considerati gli effetti di tutte le variazioni di copertura del suolo, non solo quelle da non artificiale ad artificiale.

[83] L'intervallo temporale per la quantificazione del degrado "*baseline*" ha inizio il 1° gennaio 2000 e termine il 31 dicembre 2014. Il Periodo di monitoraggio analogamente inizia il 1° gennaio 2015 e termina il 31 dicembre 2019. Il *frame* annuale di rilevazione è quindi leggermente disallineato da quello adottato per il monitoraggio del consumo di suolo a cura di SNPA che ha come mese centrale di riferimento quello di maggio ±2 mesi, sulla base della disponibilità di immagini satellitari.

è stata revisionata nell'ultimo anno grazie alla correzione di alcuni valori nulli provenienti dalle elaborazioni sulle serie storiche MODIS. Valutando lo stesso indicatore al netto dei corpi idrici che possono incidere sulle superfici regionali anche con percentuali superiori al 5%, come nel caso del Veneto, le differenze, anche se di pochi punti percentuali consentono però di confrontare in maniera più coerente territori dalle diverse proporzioni tra suolo e acque interne.
In Tabella 113 sono inseriti i valori in ettari e in percentuale delle quote di territorio classificate come degradate, stabili e migliorate per il livello nazionale, in Tabella 115 quelli regionali. Limitandosi alla sola parte di degrado appare evidente la diversa condizione delle regioni centrali rispetto alle altre ripartizioni. Il Lazio e l'Umbria sono quelle che registrano la maggior parte del proprio territorio in condizioni di degrado (rispettivamente 35,4% e 33,8%), mentre la Sardegna è la Regione con la superficie degradata maggiore in termini assoluti con 641 mila ettari, di poco superiore al territorio degradato in Lazio (602 mila ettari). I valori dell'indicatore l'indicatore SDG 15.3.1 si ottengono sottraendo alla colonna degradato (Tabella 115) la componente di miglioramento del recente periodo con il valore massimo di quest'ultima frazione registrato per il Veneto (10,3%). Anche in questo caso, considerando il relativamente contenuto contributo del miglioramento, che per il territorio nazionale si attesta al +3,8%, le regioni con la maggior porzione di territorio degradato sono Lazio (33,85%) e Umbria (32,75), seguite dalle Marche (28,32%)[84].

Tabella 113. Matrice di lettura delle transizioni tra i periodi di baseline e di reporting per l'assegnazione delle classi finali di degrado per il calcolo dell'indicatore SDG 15.3.1 secondo linee guida UNCCD e considerando le classi della carta nazionale del consumo di suolo e i cambiamenti intercorsi per gli anni relativi. In giallo le transizioni classificate come stabili, in verde il miglioramento e in rosso il degrado combinato. In bianco sono considerate le transizioni non verosimili

		Progress Period (*Reporting*) 2004-2019					
		Stabile	Degrado	Miglioramento	Consumo suolo	Ripristino	Consumato
Baseline 2000-2015	Stabile						
	Degrado						
	Miglioramento						
	Consumo suolo						
	Ripristino						
	Consumato						

Tabella 114. SDG 15.3.1, risultati del calcolo dell'indicatore per il periodo di *Baseline*, del *progress period* e il valore combinato finale, come da linee guida di *reporting* UNCCD

	Degrado del suolo (ha)			Degrado del suolo (% sul territorio nazionale, esclusi i corpi idrici)		
	Baseline 2000-2015	*Progress Period* 2004-2019	Combinato 2019	*Baseline* 2000-2015	*Progress Period* 2004-2019	Combinato 2019
Italia	5.320.736	3.935.132	6.319.586	18,5	13,7	17,4

[84] Nell'interpretazione di ISPRA alle linee guida UNCCD per il calcolo finale dell'indicatore è stato adottato lo schema di tabella 139, è interessante notare come il cambio di classe tra degradato e stabile in condizione di degrado contribuisca per più del 5% al computo finale dell'indicatore SDG 15.3.1 che risulterebbe essere in tal caso del 12,9% per il 2019.

Tabella 115. Risultati calcolo indicatore SDG 15.3.1 per il livello nazionale e regionale

Regione	SDG 15.3.1 - 2019						
	Stabile	Degradato	Migliorato	Stabile	Degradato	Migliorato	SDG 15.3.1
	(ha)			(%)			
Piemonte	1.793.724	517.688	117.999	71,3	20,6	4,7	15,9
Valle d'Aosta	266.866	24.260	11.160	82,6	7,5	3,5	4,1
Lombardia	1.552.157	469.207	133.302	65,7	19,8	5,6	14,2
Liguria	388.000	115.993	12.984	72,3	21,6	2,4	19,2
Friuli-Venezia Giulia	585.588	100.081	45.893	74,7	12,8	5,9	6,9
Trentino-Alto Adige	1.152.037	87.021	67.125	85,5	6,5	5,0	1,5
Emilia-Romagna	1.448.202	581.009	126.495	65,0	26,1	5,7	20,4
Veneto	1.167.662	284.291	186.412	64,3	15,7	10,3	5,4
Umbria	525.237	283.050	8.965	62,8	33,8	1,1	32,7
Marche	620.280	276.090	14.659	67,2	29,9	1,6	28,3
Toscana	1.614.514	537.991	76.094	70,9	23,6	3,3	20,3
Lazio	1.019.360	602.448	25.904	59,9	35,4	1,5	33,9
Basilicata	785.962	175.133	20.424	79,5	17,7	2,1	15,6
Molise	315.913	114.258	8.619	71,9	26,0	2,0	24,0
Abruzzo	753.436	293.920	14.998	70,5	27,5	1,4	26,1
Calabria	1.174.528	198.277	94.191	78,7	13,3	6,3	7,0
Puglia	1.516.125	255.637	55.582	79,1	13,3	2,9	10,4
Campania	909.751	334.769	32.831	67,6	24,9	2,4	22,4
Sardegna	1.675.921	641.606	20.085	70,2	26,9	0,8	26,0
Sicilia	1.970.169	426.856	65.542	77,4	16,8	2,6	14,2
Italia	**21.278.374**	**6.319.586**	**1.139.264**	**71,3**	**21,2**	**3,8**	**17,4**

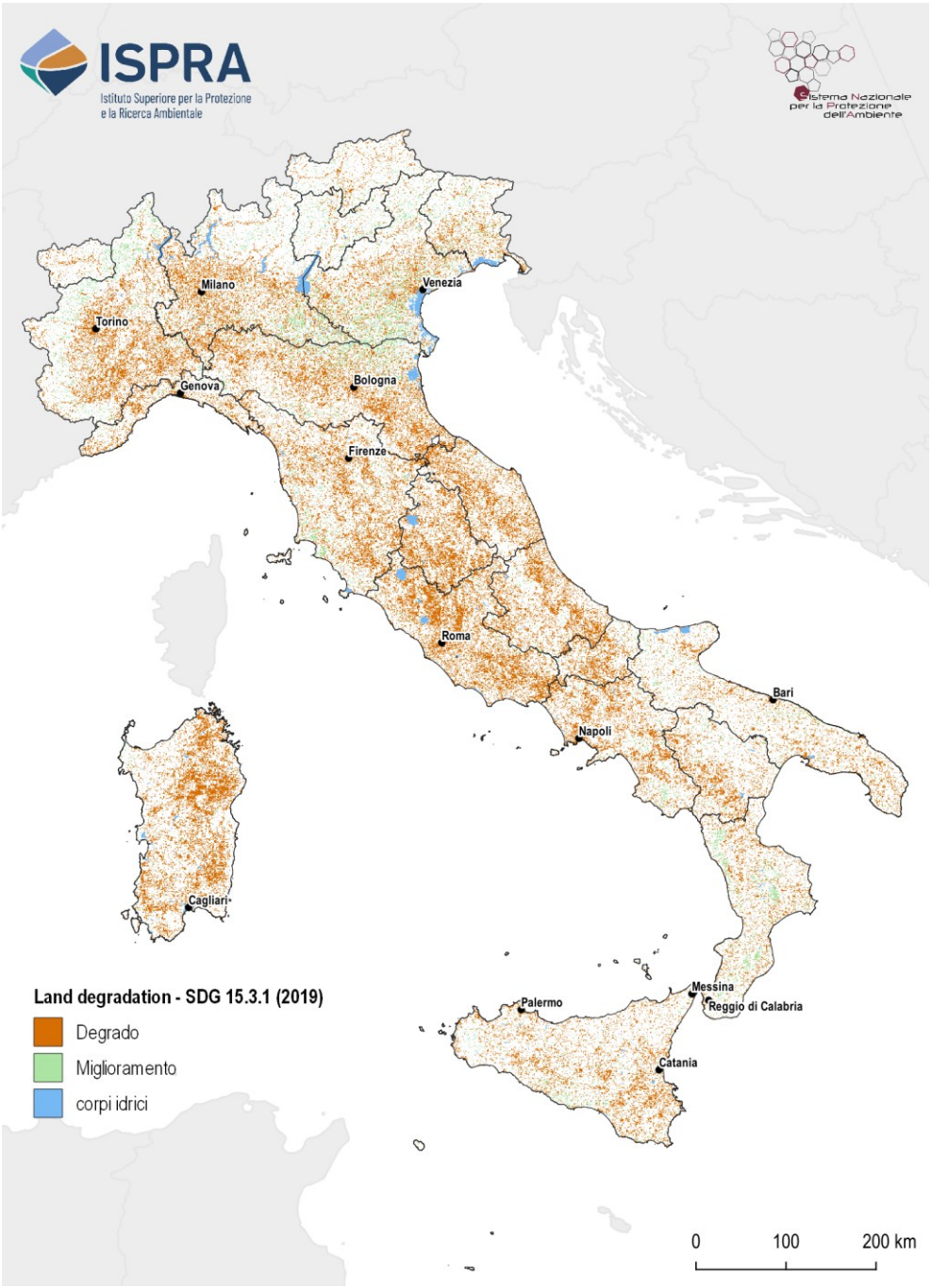


Figura 164. Aree degradate al 2019 secondo la metodologia di calcolo SDG 15.3.1

L'identificazione in forma binaria delle aree con tendenza al degrado è sicuramente uno strumento efficace per il confronto tra Paesi su scala globale. L'utilizzo delle fonti di *input* di maggior dettaglio disponibile ne consente l'applicazione per analisi anche su scala regionale. Tuttavia, può essere necessario un ulteriore sforzo di sintesi per l'identificazione di quelle aree *hotspot* del nostro paese nel quale il fenomeno del degrado è concentrato in maniera densificata. Attraverso l'algoritmo Getis-Ord Gi* è stata valutata la correlazione spaziale delle aree degradate e di quelle in miglioramento identificate dalla metodologia di calcolo dell'SDG 15.3.1 per il 2019. L'analisi esclude fenomeni di degrado isolati e determina invece, attraverso intervallo di confidenza, la presenza di cluster statisticamente rilevanti nel modello spaziale dei dati. Ricampionando il dato su una griglia di 1 km di lato sono state calcolate le variabili *Z-scores* e *P-values*, misure di significatività statistica combinate in seguito in classi di *Hotspot* di degrado e *Hotspot* di miglioramento (anche detti *Brightspot*) con livelli di confidenza variabili (90%, 95% e 99%). La Figura 165 restituisce il risultato dell'analisi degli *hotspot* e conferma le statistiche già presentate in forma tabellare, escludendo però porzioni di territorio interessate da degrado puntuale e non denso e differenziando al tempo stesso, per livelli di confidenza differenti i *brightspot* presenti nel nostro paese (nel delta del Po al confine tra Veneto ed Emilia-Romagna e sugli Appennini Calabri). Le aree degradate si sovrappongono a quelle maggiormente consumate negli ultimi anni, ma anche vaste aree a vocazione agricola della pianura padana occidentale, nel centro Italia concentrandosi lungo gli assi stradali principali e nella Sardegna orientale.

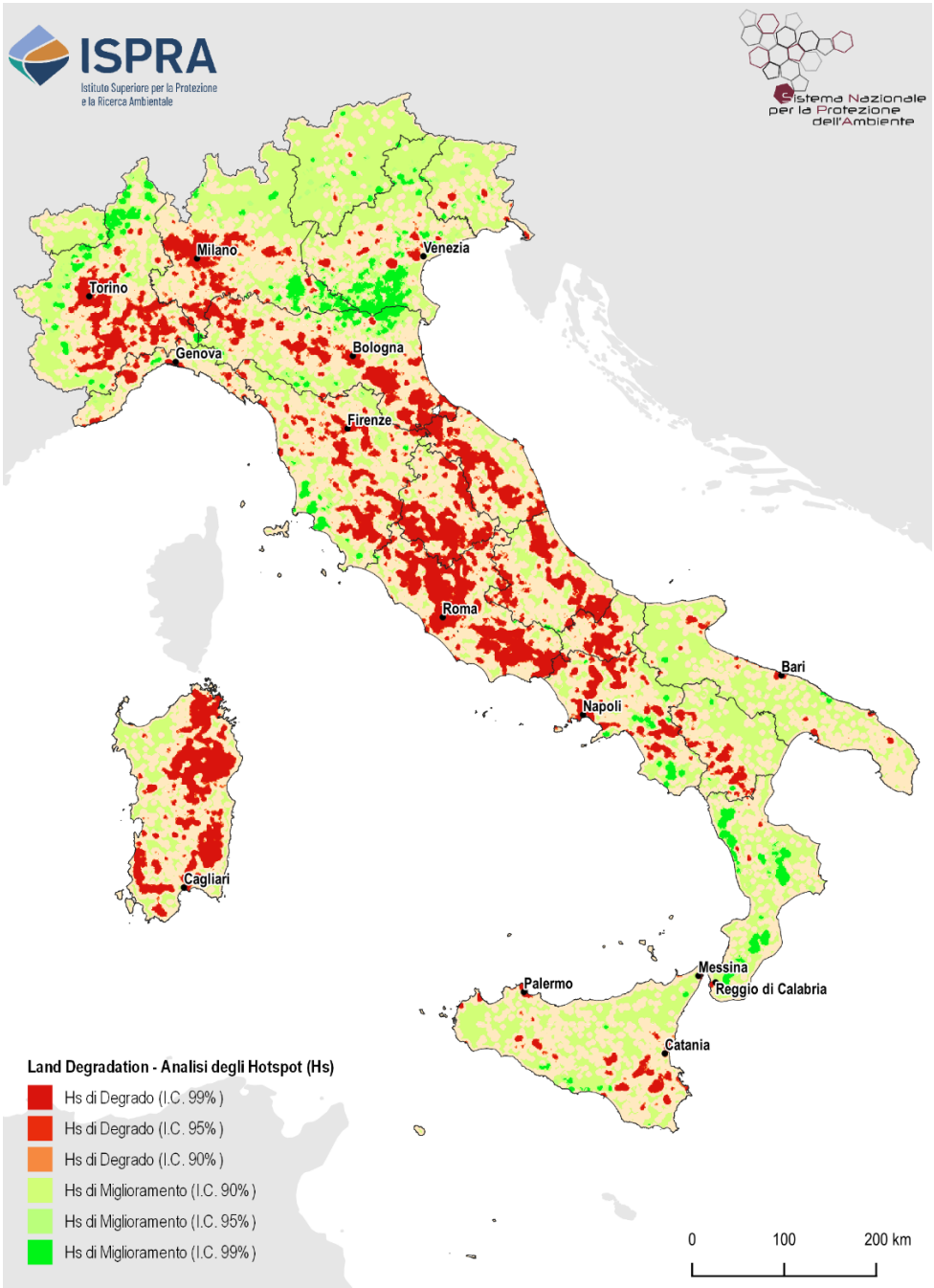


Figura 165. Zone Hotspot del degrado (gradazioni di rosso) e *brightspot* di miglioramento (gradazioni di verde), per il periodo di analisi 2000-2019 e Intervalli di Confidenza (I.C.) relativi. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati MODIS, Copernicus, SNPA, FAO

AGGIORNAMENTO DELLA LAND PRODUCTIVITY 2009-2024

Adottando un sistema coerente con gli intervalli temporali definiti dalla *good practice guidance* per il calcolo dell'indicatore SDG 15.3.1 è stato selezionato un periodo di analisi che va dal 1 gennaio 2009 fino al 31 dicembre 2024.

L'indicatore è stato calcolato utilizzando i dataset globali di MODIS per l'EVI (*enhanced vegetation index*) e l'NDVI, utilizzando la disponibilità sia del satellite Terra che di Aqua, arrivando a una copertura temporale con frequenza di 16 giorni. Per l'evapotraspirazione sono stati raccolti i dati dal *Famine Early Warning Systems Network Land Data Assimilation System* (FLDAS) forniti dalla NASA. I corpi idrici che devono necessariamente essere mascherati, come da indicazione UNCCD, sono stati rilevati per la serie storica presa in considerazione con lo strato informativo prodotto da JRC: *Global Surface Water Mapping Layers*, un set di dati contenente le mappe della distribuzione spaziale e temporale delle acque di superficie dal 1984 fino al 2021.

La variazione del potenziale degrado del suolo dovuto alla perdita di produttività è valutata utilizzando tre sotto indicatori derivati dai dati delle serie temporali MODIS (2009-2024).

Per il *trend* viene utilizzato come indicatore vegetazionale la *Water Use Efficiency* (WUE) (Ponce-Campos *et al.*, 2013) il metodo, che ad oggi, fornisce la rappresentazione più consistente della risposta della produttività alle variazioni di umidità del suolo. L'indice è ottenuto dal rapporto dalla produttività primaria netta della vegetazione (derivata da EVI) e l'evapotraspirazione nella stessa area. Assumendo la precipitazione su un'area come totalmente assimilabile da suolo e vegetazione, tiene conto del bilancio idrico tra quest'ultima e *run-off* (ruscellamento superficiale), *groundwater recharge* (ricarica della falda, infiltrazione), evaporazione ed eventuali variazioni del contenuto d'acqua dovuto a prelievi o immissioni. Dal bilancio è ottenuta l'evapotraspirazione che concorre proporzionalmente al calcolo della produttività, avendo Ponce-Campos *et al.* (2013) dimostrato la dipendenza lineare tra produzione primaria e quest'ultima per pascoli, praterie e foreste, dipendenza in seguito estesa e dimostrata valida anche per le aree coltivate (Steduto *et. al*, 2012). La serie storica delle medie mensili di WUE viene filtrata durante ogni anno secondo un algoritmo che rileva per ogni pixel la stagione vegetativa (*growing season*) così come proposto da Markos et al. (2023). I valori cumulati annuali di produttività ed evapotraspirazione trasformati in WUE vengono poi analizzati e trattati come tendenza monotonica utilizzando l'algoritmo di Mann Kendall. L'algoritmo ci fornisce tre informazioni statistiche fondamentali: Tau di Kendall che misura la monotonicità della tendenza e ci dice cioè se la tendenza è positiva (miglioramento) o negativa (peggioramento, degrado), la pendenza della serie temporale (e quindi una misura della gravità del degrado) e la significatività, ossia la soglia oltre la quale è verosimile non dovuta al caso la presenza di una tendenza. Nel caso della *land productivity* viene adottata la soglia di ±1,96 per i Z-score per stabilire quali pixel siano oltre soglia (*improvement*) o sottosoglia (per il degrado). Nella carta di Figura 166 è rappresentata la distribuzione dei valori di Z-Score per il territorio italiano riferiti al subindicatore *trend*.

Ad affiancare le statistiche di variazione della produttività secondo quanto appena detto, si è scelto di utilizzare indicatori di stato e performance secondo i valori medi annuali di NDVI sulle stesse immagini MODIS. Per lo stato (Figura 167), i valori medi dell'NDVI nel periodo vegetativo I dagli anni 2009 al 2021 vengono confrontati con i tre anni di fine periodo, 2022-2024, considerando sempre il periodo tra il primo gennaio del primo anno fino al 31 dicembre dell'ultimo anno. La performance (Figura 168) invece è calcolata creando delle sottounità di suolo (ecounità), combinazione tra *soil typology* secondo la tassonomia dei suoli proposta da USDA (*United States Department of Agriculture*) e classi di *land cover*. Per ogni pixel è confrontato il suo valore medio dell'NDVI con quello medio della sua ecounità, in questo modo è possibile stabilire se l'andamento dell'area considerata sia sotto la media, situazione in cui può verificarsi degrado.

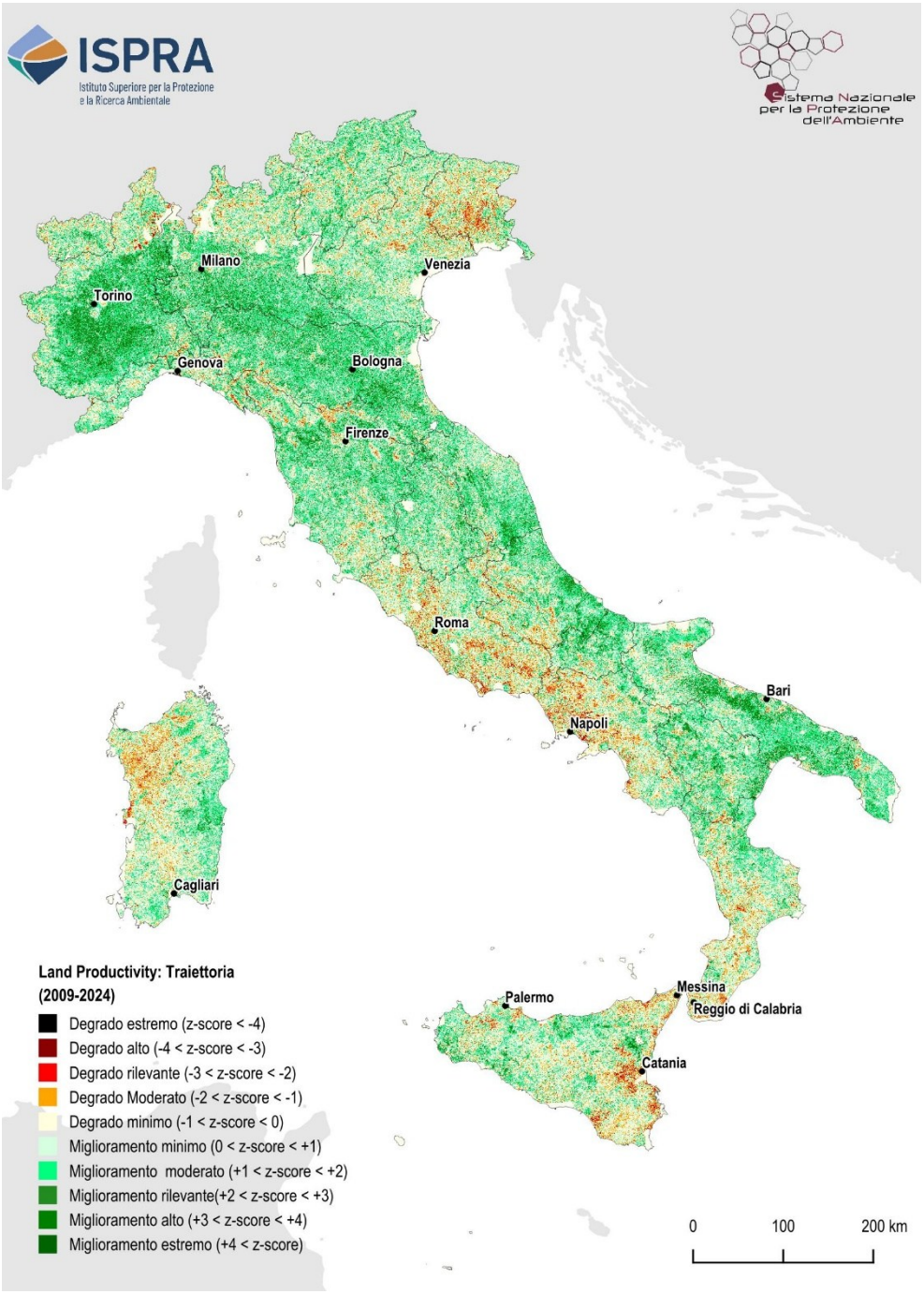


Figura 166. Sub indicatore di produttività del suolo: Traiettoria 2009-2024. Elaborazione ISPRA su dati MODIS, NASA, JRC

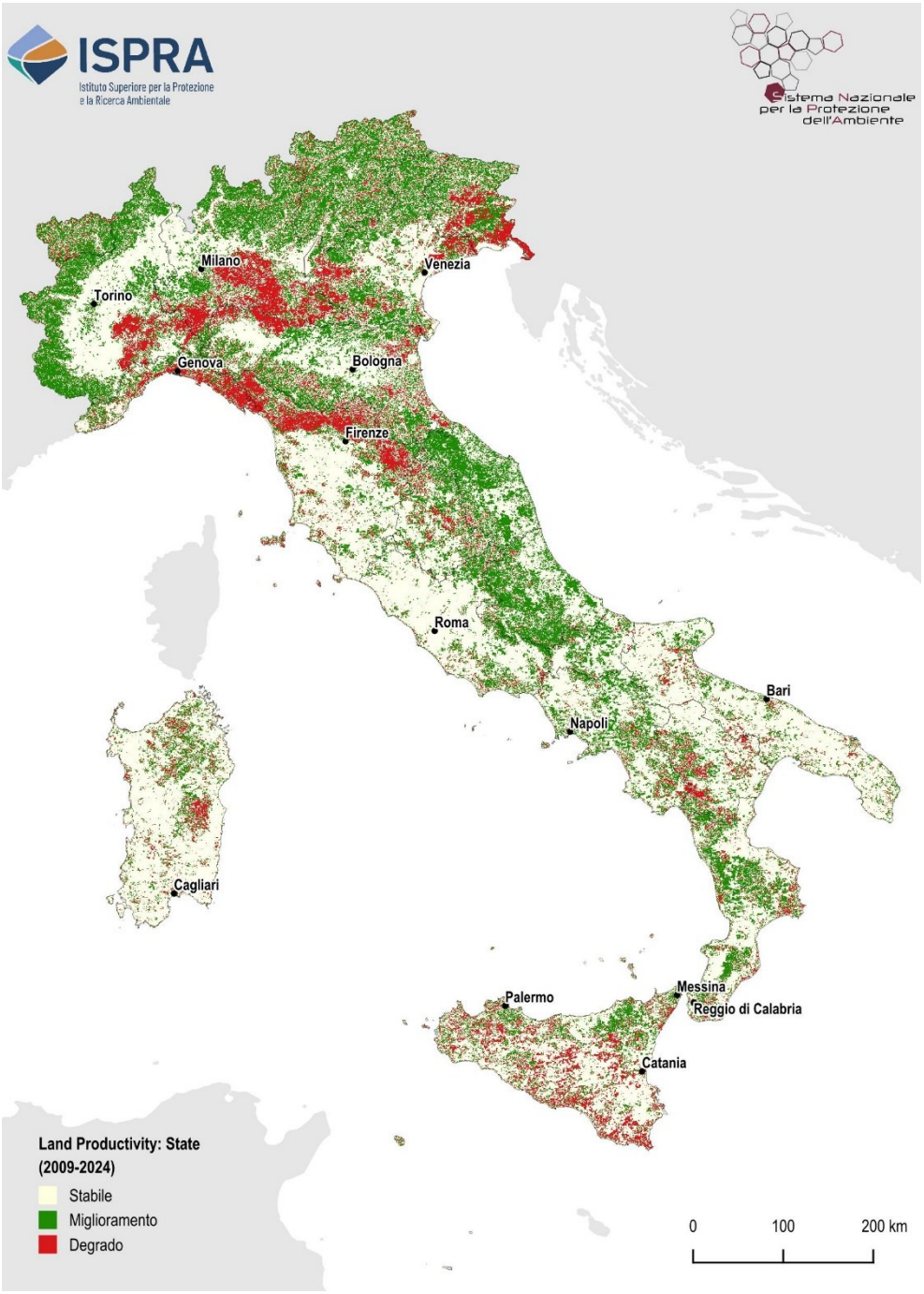


Figura 167. Sub indicatore di produttività del suolo: Stato 2009-2024. Elaborazione ISPRA su dati MODIS, NASA, JRC

Figura 168. Sub indicatore di produttività del suolo: Performance 2009-2024. Elaborazione ISPRA su dati MODIS, NASA, JRC, Copernicus

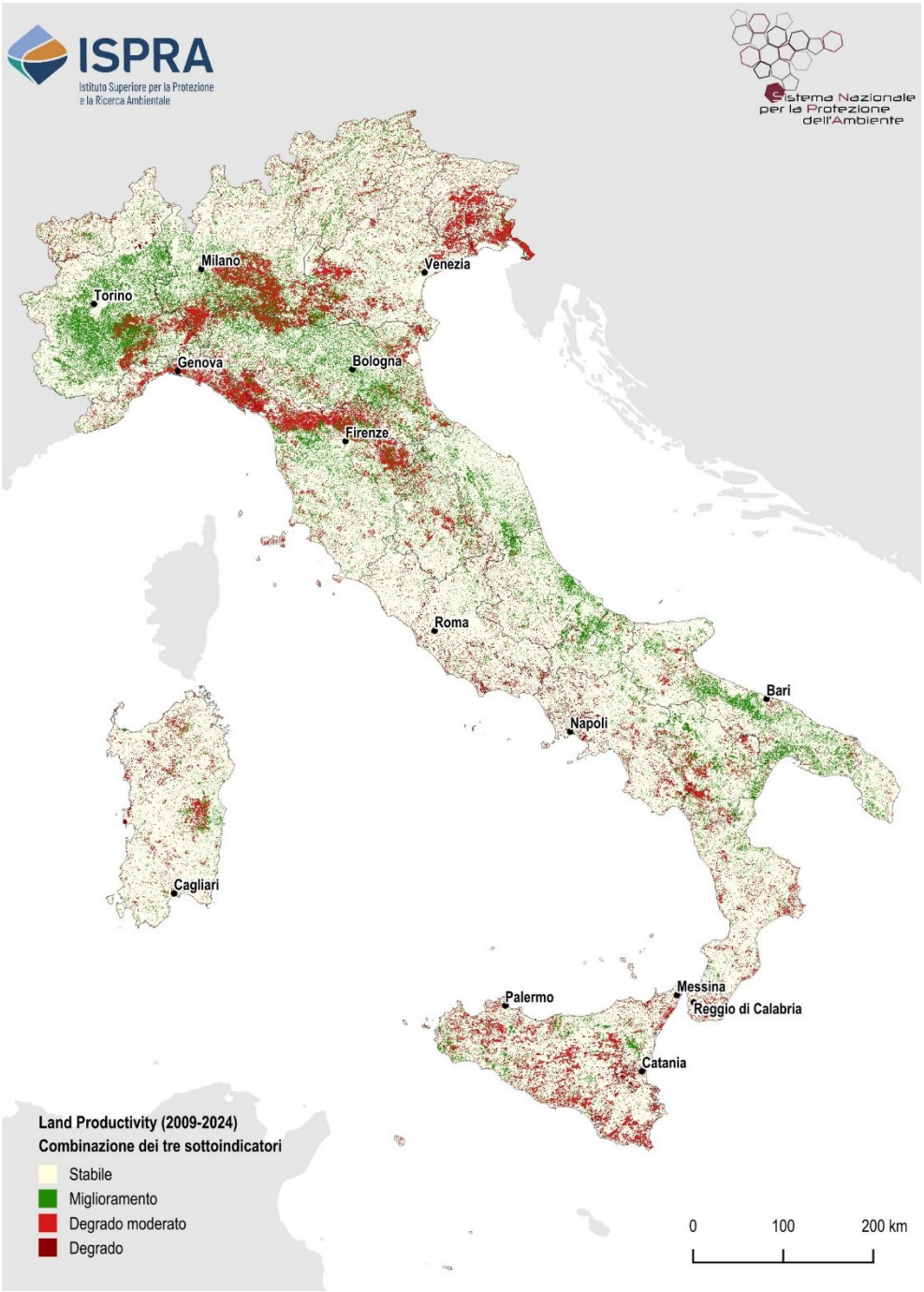


Figura 169. Indicatore finale di produttività del suolo, combinazione dei tre subindicatori 2009-2024. Elaborazione ISPRA su dati MODIS, NASA, JRC

I risultati delle stime delle superfici, rappresentate dalla cartografia di Figura 169 restituiscono un valore aggiornato di degrado del suolo dovuto al declino della produttività del 12,5% complessivo del territorio italiano, dovuto in gran parte ad una forma moderata del degrado (10,4%). È una componente già rilevante, se si considera che mancano nel computo totale del degrado complessivo gli apporti dei cambiamenti di copertura del suolo e della variazione del contenuto di carbonio organico del suolo, subindicatori che verranno aggiornati nel prossimo anno in occasione del nuovo ciclo di reporting delle nazioni unite (PRAIS 5). Con dati in tendenza con quelli dello scorso reporting, tra le regioni con valori di degrado più preoccupanti troviamo il Lazio (3,8%), la Sicilia (3,7%) e Sardegna (2,1%), Queste ultime due regioni data la forte presenza di zone aride e semi aride, si possono anche definire, relativamente alla sola componente di declino della produttività, come a rischio di desertificazione, lo stadio più estremo del degrado del suolo.
Tuttavia, occorre considerare la ripresa di buona parte del territorio italiano, con indici in miglioramento, registrati in tutte le regioni d'Italia soprattutto nella fascia di pianura e precollinare Adriatica nella pianura padana occidentale. Per una valutazione dell'effettivo bilancio riguardante la *land degradation neutrality* sarà comunque necessario l'aggiornamento previsto contestualmente alla prossima edizione di questo rapporto.

Tabella 116. Variazioni della produttività del suolo 2009 -2024

Regione	Stabile (ha)	Miglioramento (ha)	Degrado Moderato (ha)	Degrado (ha)	Stabile (%)	Miglioramento (%)	Degrado Moderato (%)	Degrado (%)
Piemonte	1.704.784	660.730	149.365	24.197	67,1	26,0	5,9	1,0
Valle d'Aosta	259.839	25.891	33.860	6.682	10,2	1,0	1,3	0,3
Lombardia	1.582.755	396.631	377.061	26.177	62,3	15,6	14,9	1,0
Trentino-Alto Adige	1.091.180	124.928	120.148	20.300	43,0	4,9	4,7	0,8
Veneto	1.449.569	112.571	237.698	29.432	57,1	4,4	9,4	1,2
Friuli-Venezia Giulia	520.428	29.477	190.776	49.126	20,5	1,2	7,5	1,9
Liguria	336.385	40.186	155.888	9.022	13,2	1,6	6,1	0,4
Emilia-Romagna	1.491.209	502.027	237.816	13.029	58,7	19,8	9,4	0,5
Toscana	1.570.042	301.101	392.046	29.333	61,8	11,9	15,4	1,2
Umbria	653.106	96.884	85.324	7.594	25,7	3,8	3,4	0,3
Marche	762.011	142.720	21.580	3.845	30,0	5,6	0,8	0,2
Lazio	1.504.093	55.281	59.413	97.395	59,2	2,2	2,3	3,8
Abruzzo	877.331	150.533	30.748	18.536	34,6	5,9	1,2	0,7
Molise	351.635	72.142	15.106	4.334	13,8	2,8	0,6	0,2
Campania	1.149.190	50.041	82.374	76.750	45,3	2,0	3,2	3,0
Puglia	1.520.913	320.351	81.412	14.816	59,9	12,6	3,2	0,6
Basilicata	740.937	137.489	109.874	10.872	29,2	5,4	4,3	0,4
Calabria	1.272.959	71.552	123.597	40.693	50,1	2,8	4,9	1,6
Sicilia	1.873.594	135.642	461.103	94.090	73,8	5,3	18,2	3,7
Sardegna	2.090.012	90.343	176.399	52.598	82,3	3,6	6,9	2,1
Totale	**22.801.972**	**3.516.520**	**3.141.590**	**628.822**	**75,8**	**11,7**	**10,4**	**2,1**

Fonte: Elaborazione ISPRA

ALTRI FATTORI DI DEGRADO

Il degrado del suolo è causato da vari fattori oltre quelli precedentemente analizzati, ma legati ad attività antropiche e ad effetti indiretti del consumo di suolo, che quindi devono essere considerati per completare la stima della superficie degradata. In particolare, sono stati considerati i seguenti fattori:

- la frammentazione;
- l'area di impatto potenziale del consumo di suolo;
- le aree ad alta e media densità di coperture artificiali;
- l'aumento di spazi non consumati di superficie inferiore a 1.000 m^2;
- la presenza di aree percorse dal fuoco negli ultimi anni.

Per la valutazione del degrado dovuto alla frammentazione è stata calcolata la differenza di *mesh density* tra le carte del 2006-2019 e 2019-2024. Quindi è stato definito il degrado come un aumento di *mesh density* maggiore di 10 (n° *meshes* per 1.000 km2) nel periodo di riferimento. Si è rilevato un aumento di 38.745 km^2 di superficie degradati a causa della frammentazione nel periodo 2006-2019 e circa 14.380 km^2 nel periodo 2019-2024.

L'area di impatto potenziale è stata calcolata considerando un buffer di 60 m rispetto al suolo consumato nei periodi 2006-2019 e 2019-2024, quindi è stato calcolato l'incremento di superficie impattata in questi periodi rispettivamente pari a 1.199 km^2 e 415 km^2.

Un ulteriore fattore di degrado è relativo alla densità delle coperture artificiali, in particolare quelle ad alta e media densità. Si nota un aumento di superfici degradate di circa 3.100 km^2 nel periodo 2006-2019 e circa 800 km^2 nel periodo 2019-2024.

Un effetto del consumo di suolo è la frammentazione e la riduzione della dimensione degli spazi naturali e più in generale non artificiali, al di sotto di una soglia minima pari a 1.000 m^2, che quindi viene considerata superficie degradata. Nel periodo 2006-2019 è stato calcolato un aumento del suolo degradato di circa 45 km^2 e ulteriori 23 km^2 nel periodo 2019-2024.

Un ulteriore fattore di degrado del suolo è legato agli incendi; pertanto, sono stati elaborati i dati relativi alle superfici percorse dal fuoco. Risultano oltre 2.600 km^2 di superficie degradata a causa di incendi nel periodo 2006-2019 e circa 2.000 km^2 nel periodo 2019-2024.

Tabella 117. Degrado del suolo e del territorio a causa di altri fattori

	2006-2019		2019-2024	
Causa di degrado	km^2	% del terr. naz.	km^2	% del terr. naz.
Frammentazione	38.745	12,88	14.381	4,78
Impatto potenziale del consumo di suolo	1.199	0,40	415	0,14
Densità delle coperture artificiali	3.096	1,03	799	0,27
Incremento degli spazi non consumati inferiori a 1.000 m^2	46	0,02	23	0,01
Aree percorse dal fuoco	2.610	0,87	1.989	0,66

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati CUTFFA e cartografia SNPA

DEGRADO COMPLESSIVO

I fattori di degrado considerati nei paragrafi precedenti sono stati analizzati tramite una sovrapposizione spaziale per ottenere una stima totale della superficie in cui il degrado è aumentato per una o più cause nei periodi 2006-2019 (considerando i sub-indicatori SDG 15.3.1 e gli altri fattori di degrado) e 2019-2024 (considerando solo gli altri fattori di degrado). La cartografia complessiva del degrado del suolo e del territorio permette quindi di valutare se una o più cause di degrado insistono sulla stessa area. Circa 59.561 km^2 di suolo hanno subito un aumento di degrado dal 2006 al 2019, anche se la maggior parte del degrado è causato da un singolo fattore. La superficie di territorio raggiunta da 2 cause di degrado è circa 3.529 km^2, e 437 km^2 sono aree colpite da 3 o più cause, costituendo quindi aree di

elevata criticità ambientale. Nel periodo 2019-2024 la superficie di territorio raggiunta degradata è circa 17.185 km², di cui circa 16.800 km² sono aree colpite da 1 causa, 343 km² da 2 cause e 32 km² da 3 o più cause. Dal confronto tra i periodi 2006-2019 e 2019-2024 si nota come i fattori di degrado considerati influiscano sulle stime numeriche, e si può dedurre che nel periodo 2019-2024 le stime sarebbero più elevate se si considerassero anche i sub-indicatori SDG 15.3.1.
Il consumo di suolo influisce direttamente o indirettamente a molti fattori di degrado analizzati; tuttavia, è opportuno evidenziare che la metodologia qui descritta non è esaustiva in quanto sussistono ulteriori fattori che andrebbero considerati, come i processi di salinizzazione o la contaminazione dei suoli. Pertanto, le cifre riportate in questo paragrafo, seppure già molto elevate, sono comunque sottostimate rispetto alle superfici realmente degradate che si otterrebbero se si analizzassero tutti i fattori di degrado del suolo.

Tabella 118. Aree in km² in cui è aumentato il degrado per una o più cause nel periodo 2006-2019

Regione	1 causa di degrado (km²)	2 cause di degrado (km²)	3 o più cause di degrado (km²)	Totale
Piemonte	4.023,52	333,61	35,35	4.392,48
Valle d'Aosta	115,53	2,20	0,51	118,24
Lombardia	5.367,84	386,16	52,40	5.806,41
Liguria	713,42	20,58	0,84	734,85
Nord-Ovest	**10.220,32**	**742,56**	**89,10**	**11.051,98**
Friuli-Venezia Giulia	1.200,40	54,29	9,15	1.263,84
Trentino-Alto Adige	497,83	16,80	2,70	517,33
Emilia-Romagna	5.681,04	491,21	53,22	6.225,47
Veneto	5.129,30	303,83	50,95	5.484,08
Nord-Est	**12.508,56**	**866,13**	**116,02**	**13.490,72**
Umbria	1.658,21	95,22	10,77	1.764,19
Marche	1.748,63	119,49	16,47	1.884,59
Toscana	3.696,31	142,84	13,49	3.852,63
Lazio	5.233,89	403,78	41,18	5.678,85
Centro	**12.337,03**	**761,33**	**81,90**	**13.180,26**
Basilicata	1.076,12	57,26	6,77	1.140,15
Molise	686,09	23,79	1,91	711,80
Abruzzo	1.940,90	84,38	12,49	2.037,78
Calabria	2.950,92	217,28	16,15	3.184,35
Puglia	4.240,89	332,71	53,61	4.627,21
Campania	3.394,46	171,63	17,70	3.583,79
Sud	**14.289,39**	**887,05**	**108,63**	**15.285,07**
Sardegna	2.104,86	69,19	15,49	2.189,55
Sicilia	4.135,29	202,35	25,66	4.363,30
Isole	**6.240,15**	**271,55**	**41,15**	**6.552,85**
Italia	**55.595,45**	**3.528,62**	**436,81**	**59.560,88**

Fonte: elaborazioni ISPRA

Tabella 119. Aree in km² in cui è aumentato il degrado per una o più cause nel periodo 2019-2024

Regione	1 causa di degrado (km²)	2 cause di degrado (km²)	3 o più cause di degrado (km²)	Totale
Piemonte	984,48	26,64	3,46	1.014,58
Valle d'Aosta	23,72	0,32	0,01	24,05
Lombardia	2.294,71	44,26	4,21	2.343,18
Liguria	127,07	0,51	0,01	127,59
Nord-Ovest	**3.429,98**	**71,73**	**7,69**	**3.509,40**
Friuli-Venezia Giulia	318,87	4,64	0,49	324,00
Trentino-Alto Adige	78,71	1,66	0,07	80,43
Emilia-Romagna	1.436,85	44,40	4,53	1.485,79
Veneto	1.984,49	37,74	4,05	2.026,28
Nord-Est	**3.818,90**	**88,44**	**9,14**	**3.916,49**
Umbria	225,11	3,72	0,18	229,01
Marche	373,66	12,85	1,85	388,36
Toscana	693,27	13,03	1,59	707,89
Lazio	1.265,93	22,46	2,00	1.290,40
Centro	**2.557,97**	**52,06**	**5,63**	**2.615,66**
Basilicata	253,23	3,91	0,05	257,20
Molise	127,46	2,19	0,10	129,76
Abruzzo	557,65	12,14	1,05	570,84
Calabria	690,83	5,71	0,57	697,12
Puglia	1.660,93	31,82	2,14	1.694,89
Campania	1.651,34	30,42	2,14	1.683,91
Sud	**4.941,45**	**86,20**	**6,05**	**5.033,70**
Sardegna	626,12	22,36	2,14	650,63
Sicilia	1.436,08	22,09	1,82	1.459,99
Isole	**2.062,20**	**44,45**	**3,96**	**2.110,62**
Italia	**16.810,52**	**342,87**	**32,47**	**17.185,87**

Fonte: elaborazioni ISPRA

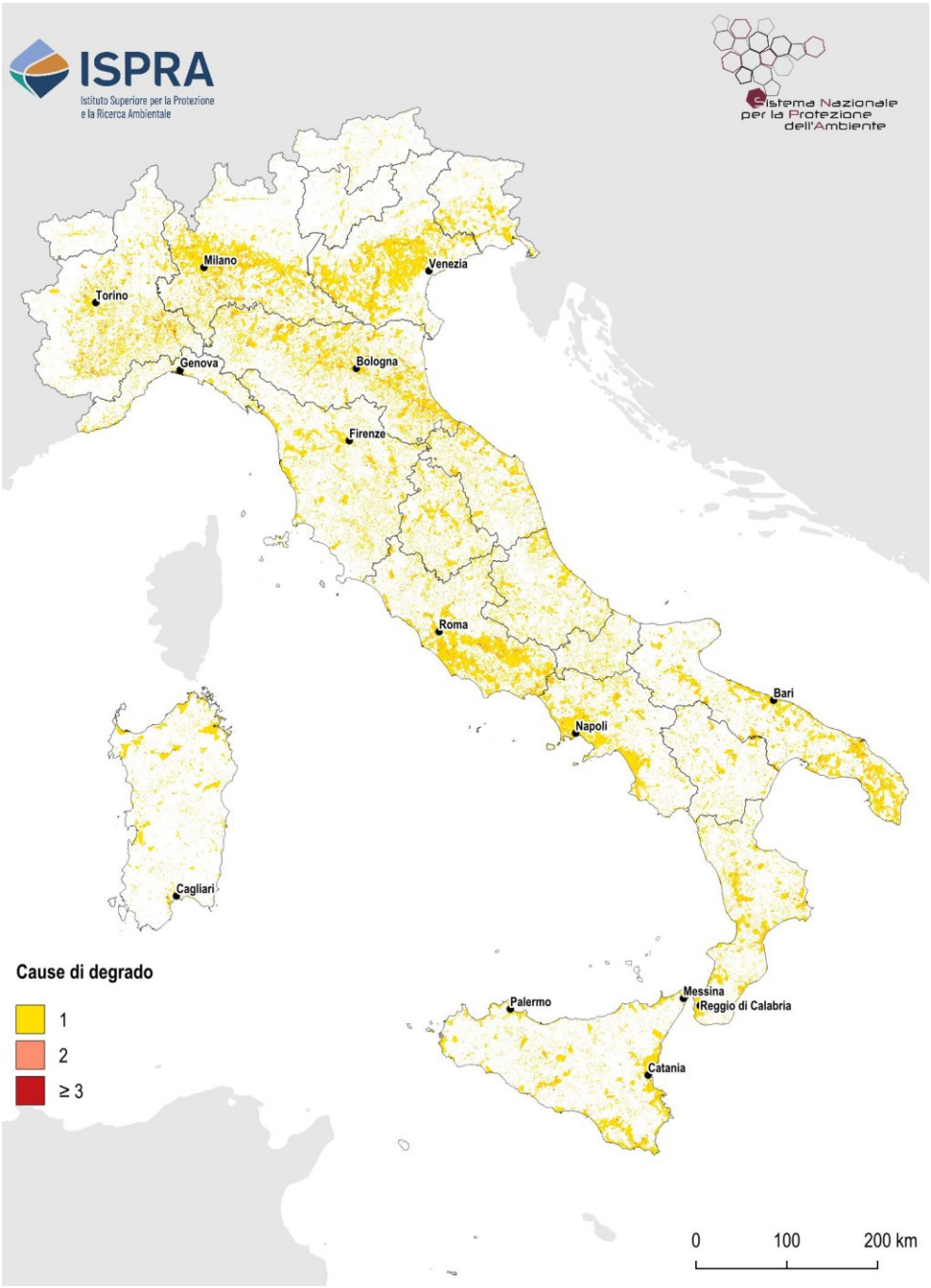


Figura 170. Aree in degrado tra il 2006 e il 2019 per una o più cause di degrado. Fonte: elaborazioni ISPRA

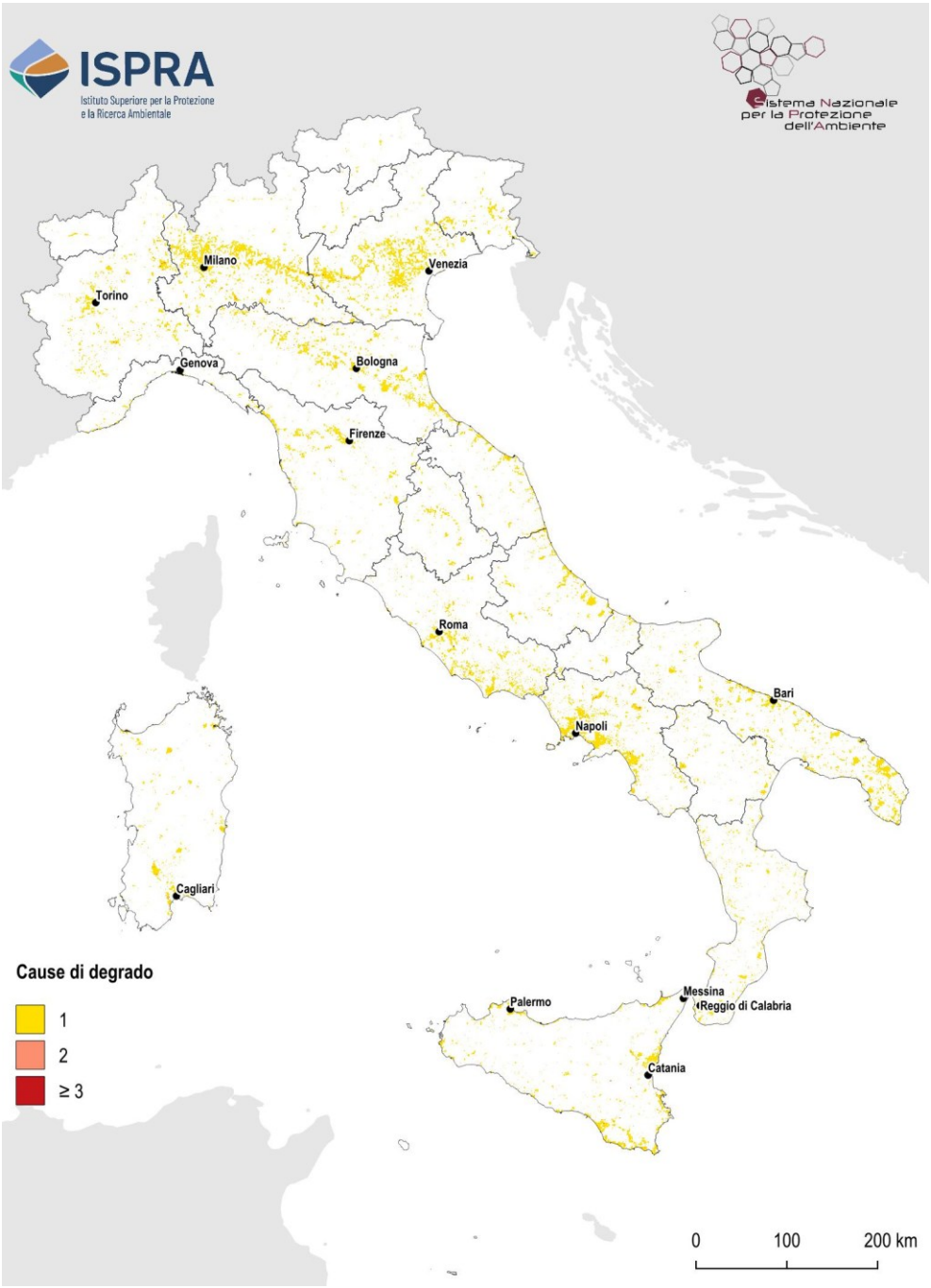


Figura 171. Aree in degrado tra il 2019 e il 2023 per una o più cause di degrado. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia ISPRA-SNPA

UN ATLANTE FOTOGRAFICO DEL CONSUMO DI SUOLO

PIEMONTE

2023	2024

Regione	Piemonte
Provincia	Vercelli
Comune	Alice Castello
Descrizione	Realizzazione impianto fotovoltaico dall'estensione di circa 17,5 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Piemonte
Provincia	Cuneo
Comune	Dronero
Descrizione	Nuova costruzione
Autori	ISPRA e SNPA

VALLE D'AOSTA

2023	2024

Regione	Valle d'Aosta
Provincia	Aosta
Comune	Sarre
Descrizione	Cambiamento di circa 1 ha per un cantiere.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Valle d'Aosta
Provincia	Aosta
Comune	Fénis
Descrizione	Nuovo cambiamento per la costruzione di un edificio.
Autori	ISPRA e SNPA

LOMBARDIA

2023	2024

Regione	Lombardia
Provincia	Como
Comune	Arosio
Descrizione	Costruzione di un edificio a destinazione commerciale di 3 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Lombardia
Provincia	Brescia
Comune	Montichiari
Descrizione	Ampliamento di un’area produttiva di circa 1 ha in area a pericolosità idraulica bassa.
Autori	ISPRA e SNPA

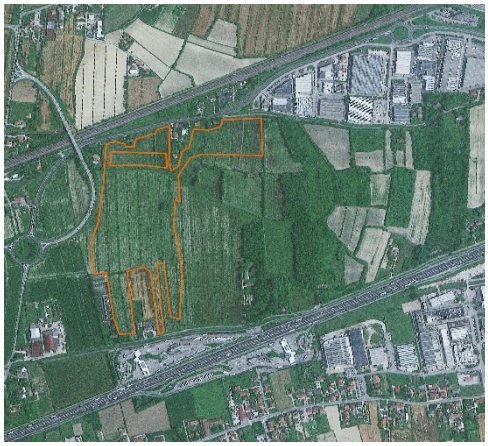
VENETO

2023	2025

Regione	Veneto
Provincia	Vicenza
Comune	Montebello Vicentino
Descrizione	La costruzione della nuova linea ferroviaria ad alta velocità risulta dare un notevole contributo al consumo di suolo in questi ultimi due anni. Nell'immagine un'area di cantieri di 20,4 ha, aperti per l'alta velocità della linea ferroviaria.
Autori	ARPAV: Andrea Dalla Rosa, Ialina Vinci

2023	2024

Regione	Veneto
Provincia	Venezia
Comune	Venezia
Descrizione	Cantiere per la realizzazione del "Bosco dello Sport" di Mestre. Il cantiere aperto nel 2024 occupa un'area di 27 ha. Il progetto prevede la costruzione di un palazzetto dello sport e di uno stadio in un'area di complessivi 116 ha, di cui 37 di superficie impermeabilizzata e 79 boscata.
Autori	ARPAV: Andrea Dalla Rosa, Ialina Vinci

2023	2024
	

Regione	Veneto
Provincia	Venezia
Comune	Dolo
Descrizione	Nei pressi dell'area industriale di Dolo scavi su un'area di 15 ha per la realizzazione di vasche di laminazione.
Autori	ARPAV: Andrea Dalla Rosa, Ialina Vinci

2023	2024

Regione	Veneto
Provincia	Verona
Comune	Nogarole Rocca
Descrizione	Costruzione di un nuovo magazzino di 110.000 m^2 in un comune dove sono stati già impermeabilizzati, a partire dal 2006, 110 ha per il più grande polo logistico del Nord-Est.
Autori	ARPAV: Andrea Dalla Rosa, Ialina Vinci

2021	2024

Regione	Veneto
Provincia	Venezia
Comune	Scorzè
Descrizione	La base missilistica di Peseggia, operativa come base NATO dal 1969, è stata ceduta al comune di Scorzé nel 2015 che l'ha recentemente recuperata e resa fruibile al pubblico come area a verde. Copre un'area di circa 18 ha.
Autori	ARPAV: Andrea Dalla Rosa, Ialina Vinci

2021	2024

Regione	Veneto
Provincia	Venezia
Comune	Ceggia
Descrizione	Il comune di Ceggia ha ceduto in affitto terreni della ex base missilistica per la realizzazione di pannelli fotovoltaici, che attualmente sono stati realizzati su un'area di circa 3,4 ha.
Autori	ARPAV: Andrea Dalla Rosa, Ialina Vinci

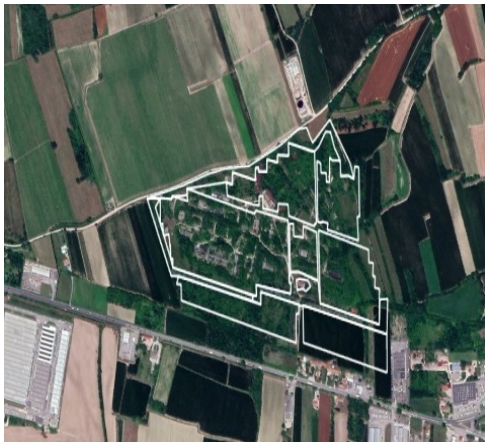
FRIULI–VENEZIA GIULIA

2023	2024

Regione	Friuli-Venezia Giulia
Provincia	Udine
Comune	Palmanova
Descrizione	Installazione di un impianto fotovoltaico di 9,79 ha nella frazione di Jalmicco.
Autori	ARPA FVG: Claudia Meoni

2023	2024

Regione	Friuli-Venezia Giulia
Provincia	Udine
Comune	San Giorgio di Nogaro
Descrizione	Trasformazione di un'area naturale di 5,3 ha a cantiere.
Autori	ARPA FVG: Claudia Meoni

2023	2024
	

Regione	Friuli-Venezia Giulia
Provincia	Udine
Comune	Codroipo
Descrizione	Riconversione di un'area militare dismessa (ex polveriera Mangiarotti), parzialmente coperta dalla vegetazione, demolita nel 2022 e trasformata in un sito per la produzione di energia da fonti rinnovabili (fotovoltaico) – superficie complessiva 21 ha.
Autori	ARPA FVG: Claudia Meoni

2023	2024

Regione	Friuli-Venezia Giulia
Provincia	Pordenone
Comune	Pordenone
Descrizione	Cambiamento di circa 2 ha per la creazione di un parcheggio.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Friuli-Venezia Giulia
Provincia	Udine
Comune	Manzano
Descrizione	Realizzazione impianti fotovoltaici su un'area di circa 21 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

LIGURIA

2022	2024

Regione	Liguria
Provincia	Genova
Comune	Genova
Descrizione	Nuova costruzione di circa 1 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Liguria
Provincia	La Spezia
Comune	Sarzana
Descrizione	Cambiamento per edifici a uso abitativo.
Autori	ISPRA e SNPA

EMILIA-ROMAGNA

2023	2024

Regione	Emilia - Romagna
Provincia	Reggio nell'Emilia
Comune	Reggio nell'Emilia
Descrizione	Nuova costruzione di circa 2 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Emilia - Romagna
Provincia	Piacenza
Comune	Sarmato
Descrizione	Realizzazione impianto fotovoltaico dall'estensione di circa 17 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

TOSCANA

2023	2024

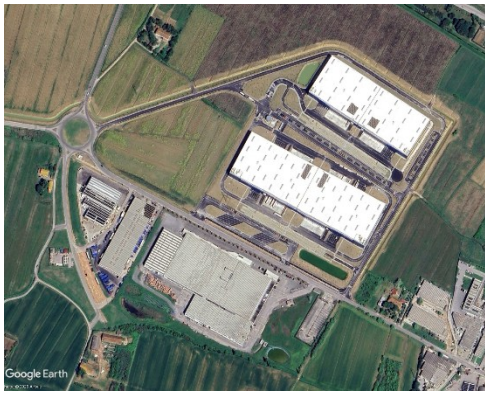
Regione	Toscana
Provincia	Lucca
Comune	Lucca
Descrizione	Ampliamento di un concessionario su una superficie di circa 1 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Toscana
Provincia	Arezzo
Comune	Foiano della Chiana
Descrizione	Nuovo cantiere di circa 1 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Toscana
Provincia	Livorno
Comune	Livorno
Descrizione	Costruzione di un nuovo supermercato con parcheggio annesso di circa 1,4 ettari. Nello stesso quartiere, alla fine del 2024, sono iniziati anche i lavori per il nuovo impianto sportivo denominato 'Cubone'.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2025
	

Regione	Toscana
Provincia	Pisa
Comune	Pisa
Descrizione	Costruzione di un nuovo polo logistico di circa 16 ha
Autori	ISPRA e SNPA

UMBRIA

2023	2024

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Bastia Umbra
Descrizione	Cambiamento di circa 2 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Piegaro
Descrizione	Ampliamento di una centrale elettrica su una superficie di circa 3 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

MARCHE

2022	2024

Regione	Marche
Provincia	Pesaro e Urbino
Comune	Urbino
Descrizione	Cantiere di circa 6,5 ha per la costruzione di un polo industriale composto da due strutture: uffici e parte produttiva.
Autori	ISPRA e SNPA

2022	2024

Regione	Marche
Provincia	Pesaro e Urbino
Comune	Urbino
Descrizione	Cantiere di 0,3 ha per la costruzione di un nuovo edificio.
Autori	ISPRA e SNPA

LAZIO

2023	2024

Regione	Lazio
Provincia	Roma
Comune	Castelnuovo di Porto
Descrizione	Costruzione di un polo logistico adibito alla fornitura di prodotti alimentari della superficie di 3,5 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Lazio
Provincia	Roma
Comune	Roma
Descrizione	Costruzione di un complesso composto da uffici aziendali della superficie di 0,8 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

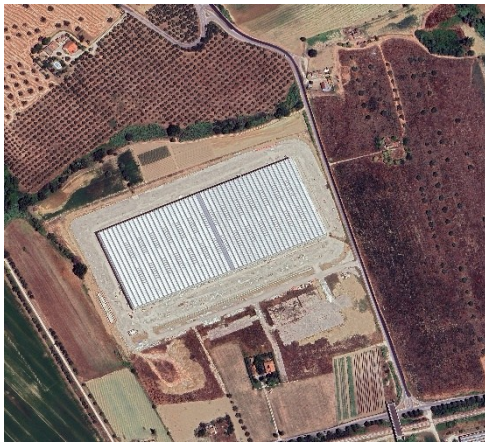
ABRUZZO

2022	2024

Regione	Abruzzo
Provincia	L'Aquila
Comune	Cerchio
Descrizione	Impianto fotovoltaico di 0,8 ha in area di attenzione.
Autori	ISPRA e SNPA

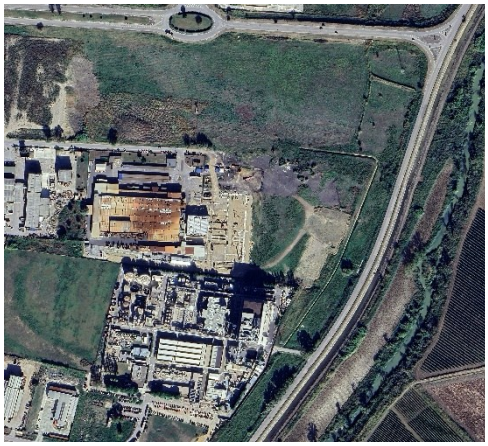
2023	2025

Regione	Abruzzo
Provincia	Pescara
Comune	Montesilvano
Descrizione	Costruzione del pattinodromo di Montesilvano (0,9 ha di superficie) in un'area a pericolosità idraulica media.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2025
	

Regione	Abruzzo
Provincia	Teramo
Comune	Mosciano Sant'Angelo
Descrizione	Cantiere dovuto alla costruzione di un polo logistico della superficie di 4,7 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

MOLISE

2022	2023
	

Regione	Molise
Provincia	Campobasso
Comune	Termoli
Descrizione	Cantiere in area a pericolosità idraulica elevata della superficie di 0,9 ha dovuto all'espansione di un'azienda produttiva.
Autori	ISPRA e SNPA

2022	2024

Regione	Molise
Provincia	Isernia
Comune	Roccasicura
Descrizione	Costruzione di edifici (0,6 ha) adibiti alla stabulazione del bestiame.
Autori	ISPRA e SNPA

CAMPANIA

2022	2024

Regione	Campania
Provincia	Avellino
Comune	Ariano Irpino
Descrizione	Espansione dei cantieri (circa 15 ha di superficie) per la costruzione della stazione ferroviaria Hirpinia.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Campania
Provincia	Caserta
Comune	Maddaloni
Descrizione	Costruzione di un polo logistico dall'estensione di 1,6 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

PUGLIA

2023	2024

Regione	Puglia
Provincia	Taranto
Comune	Taranto
Descrizione	Questo impianto fotovoltaico occupa una superficie di 13,5 ettari su area industriale. È stato inaugurato il 23 maggio 2024 come primo parco fotovoltaico per la produzione di energia rinnovabile di Shell in Italia ed è composto da 34.000 pannelli bifacciali con capacità di generazione complessiva di circa 20 MW e produzione annua di oltre 30 Gwh.
Autori	Gruppo di lavoro sul consumo di suolo (ARPA Puglia)

2023	2024

Regione	Puglia
Provincia	Lecce
Comune	Lecce
Descrizione	Polo logistico per l'e-commerce di arredo per la casa, il giardino e il bagno della superficie di 4,5 ha, costruito da Deghi Spa su terreni abbandonati o con ulivi distrutti dalla Xylella e localizzato nella zona industriale di Lecce dove sorgeva l'ex Manifattura Tabacchi di Lecce.
Autori	Gruppo di lavoro sul consumo di suolo (ARPA Puglia)

2023	2024

Regione	Puglia
Provincia	Taranto
Comune	Laterza
Descrizione	Area di cantiere di circa 1,7 ha dovuta dall'ampliamento dell'azienda di compostaggio Progeva Srl.
Autori	Gruppo di lavoro sul consumo di suolo (ARPA Puglia)

2023	2024

Regione	Puglia
Provincia	Lecce
Comune	Gallipoli
Descrizione	Progetto di riqualificazione dell'area comunale sterrata di via Zacà, ubicata all'entrata di Gallipoli nei pressi del cimitero, per la realizzazione di un nuovo grande parcheggio di superficie 1,1 ha.
Autori	Gruppo di lavoro sul consumo di suolo (ARPA Puglia)

2023	2024

Regione	Puglia
Provincia	Foggia
Comune	Foggia
Descrizione	Sono strutture diffuse nelle province di Foggia e Barletta-Andria-Trani, utilizzate dagli allevamenti zootecnici per la stabulazione fissa del bestiame. Nelle foto è visibile un esempio costruito nel 2024 nel comune di Foggia.
Autori	Gruppo di lavoro sul consumo di suolo (ARPA Puglia)

2023	2024

Regione	Puglia
Provincia	Foggia
Comune	Bovino
Descrizione	Rientra nel progetto di raddoppio ferroviario Napoli – Bari. Il consumo di suolo interessa un'area agricola, in parte adibita a cantiere e in parte edificata. Ad esempio, presso questo campo base è prevista la realizzazione della sede di una Accademy che formerà figure altamente specializzate che potranno essere utilizzate per lavori da realizzare su tutto il territorio nazionale.
Autori	Gruppo di lavoro sul consumo di suolo (ARPA Puglia)

2023	2025

Regione	Puglia
Provincia	Barletta-Andria-Trani
Comune	Bisceglie
Descrizione	Ampliamento di un'area estrattiva nel comune di Bisceglie di superficie pari a 2,3 ha.
Autori	Gruppo di lavoro sul consumo di suolo (ARPA Puglia)

BASILICATA

2023	2024

Regione	Basilicata
Provincia	Potenza
Comune	Melfi
Descrizione	In Basilicata, nella Zona Industriale San Nicola di Melfi, nel comune di Melfi (PZ), tra il 2023 ed il 2024 è stato realizzato dalla società Repower Renewables spa un impianto fotovoltaico di estensione pari a circa 15 ha. L'impianto fotovoltaico della potenza nominale di 9.997 kWp ha previsto un investimento di 10,5 milioni di euro e rappresenta il più esteso dei circa novanta impianti per la produzione di energia da fonte solare realizzati in Basilicata nel periodo 2023/24.
Autori	ARPAB: Dott. Gaetano Caricato, Dott.ssa Valeria Carlucci, Dott. Giuseppe Miraglia

2022	2024

Regione	Basilicata
Provincia	Potenza
Comune	Melfi
Descrizione	Espansione della sottostazione elettrica (2,4 ha) e cantieri dovuti alla costruzione di edifici annessi (1,2 ha).
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Basilicata
Provincia	Matera
Comune	Matera
Descrizione	In Basilicata, nel Borgo Venusio del comune di Matera (MT), tra il 2023 ed il 2024 è stato avviato un cantiere della dimensione di 1,7 ha circa, finalizzato al ripristino ambientale della cava di argilla denominata “cava Venusio”, attualmente in disuso causa autorizzazione scaduta.
Autori	ARPAB: Dott. Gaetano Caricato, Dott.ssa Valeria Carlucci, Dott. Giuseppe Miraglia

CALABRIA

2022	2024

Regione	Calabria
Provincia	Cosenza
Comune	Tarsia
Descrizione	Impianti fotovoltaici dall'estensione di circa 2,6 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Calabria
Provincia	Vibo Valentia
Comune	Ricadi
Descrizione	Nuovi cantieri per la costruzione di edifici residenziali a ridosso della costa con un'estensione complessiva di 2,5 ha.
Autori	ISPRA e SNPA

SICILIA

2023	2024

Regione	Sicilia
Provincia	Siracusa
Comune	Augusta
Descrizione	Realizzazione raffineria (5,5 ha di estensione) e impianto fotovoltaico (4 ha di estensione).
Autori	ARPA Sicilia: Scaduto Rosa Alba

2022	2024

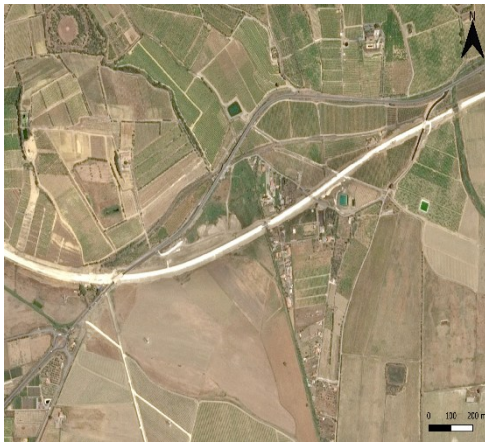
Regione	Sicilia
Provincia	Siracusa
Comune	Carlentini
Descrizione	Realizzazione impianto fotovoltaico dell'estensione di circa 30 ha.
Autori	ARPA Sicilia: Scaduto Rosa Alba

2023	2024

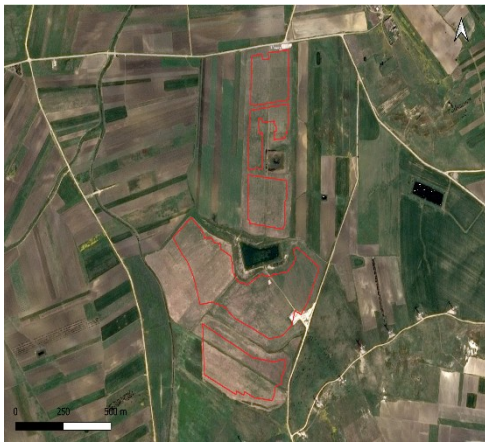
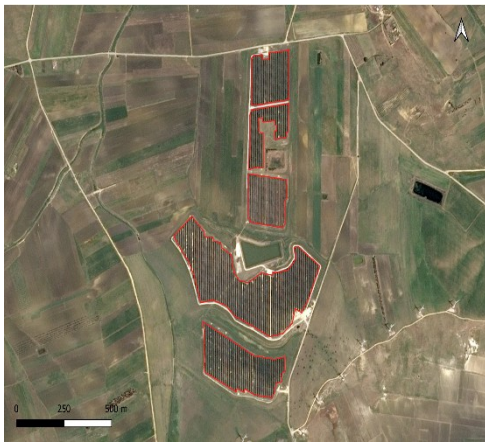
Regione	Sicilia
Provincia	Catania
Comune	Licodia Eubea
Descrizione	Realizzazione impianto fotovoltaico.
Autori	ARPA Sicilia: Scaduto Rosa Alba

2023	2024

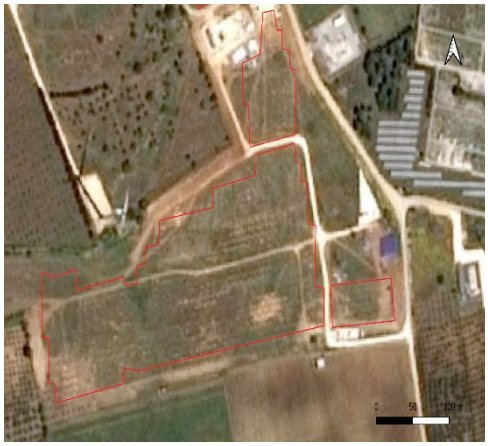
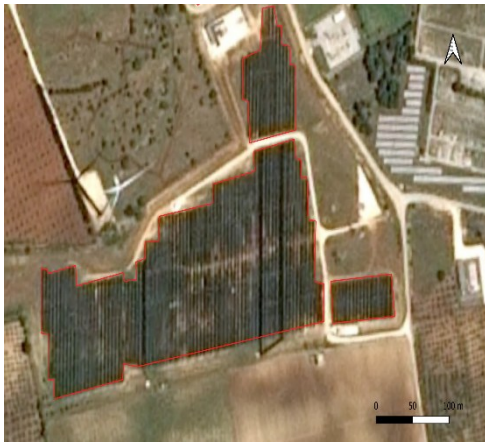
Regione	Sicilia
Provincia	Catania
Comune	Catania
Descrizione	Ampliamento area industriale dall'estensione di circa 8,4 ha.
Autori	ARPA Sicilia: Scaduto Rosa Alba

2023	2024
	

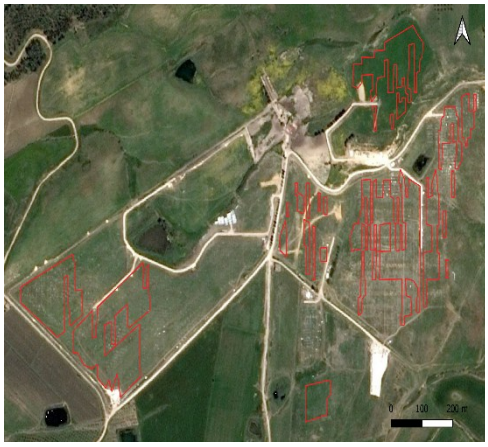
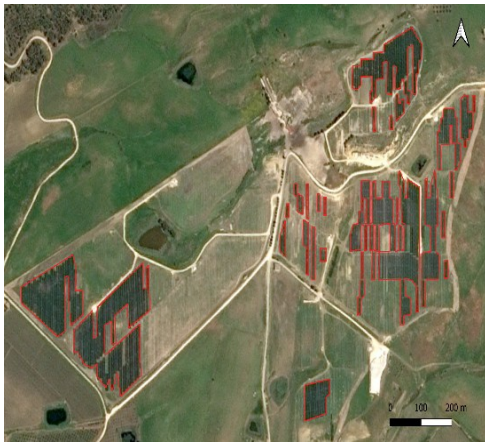
Regione	Sicilia
Provincia	Catania
Comune	Misterbianco
Descrizione	Realizzazione raddoppio ferroviario PA-CT.
Autori	ARPA Sicilia: Scaduto Rosa Alba

2023	2024
	

Regione	Sicilia
Provincia	Trapani
Comune	Marsala
Descrizione	Realizzazione impianto fotovoltaico dall'estensione di circa 41 ha.
Autori	ARPA Sicilia: Domenico Giovanni Galvano

2023	2024
	

Regione	Sicilia
Provincia	Trapani
Comune	Partanna
Descrizione	Realizzazione impianto fotovoltaico dall'estensione di circa 6,7 ha.
Autori	ARPA Sicilia: Domenico Giovanni Galvano

2023	2024
	

Regione	Sicilia
Provincia	Trapani
Comune	Castelvetrano
Descrizione	Realizzazione impianto fotovoltaico dall'estensione di circa 18 ha.
Autori	ARPA Sicilia: Domenico Giovanni Galvano

SARDEGNA

2023	2024

Regione	Sardegna
Provincia	Sassari
Comune	Sorso
Descrizione	Parco Urbano denominato Parco Vita destinato alla fruizione ludico-sportiva per la comunità, dell'estensione di 2,5 ha che collega l'area cimiteriale all'area dei servizi sociali, palestra ed RSA.
Autori	ARPAS: Elisabetta Benedetti, Francesco Muntoni

2023	2024

Regione	Sardegna
Provincia	Gallura Nord-Est Sardegna
Comune	Tempio Pausania
Descrizione	Impianto fotovoltaico in fase di installazione (cantiere e moduli già installati) in area rurale dell'estensione di 10,5 ha.
Autori	ARPAS: Elisabetta Benedetti, Francesco Muntoni

2023	2024

Regione	Sardegna
Provincia	Sulcis-Iglesiente
Comune	Iglesias
Descrizione	Centro commerciale costituito da vari edifici e parcheggi dell'estensione di 1,8 ha.
Autori	ARPAS: Elisabetta Benedetti, Francesco Muntoni

TRENTO

2022	2024

Regione	Trentino-Alto Adige
Provincia	Trento
Comune	Trento
Descrizione	Cambiamento di circa 3 ha dovuto alla creazione di un nuovo cantiere.
Autori	ISPRA e SNPA

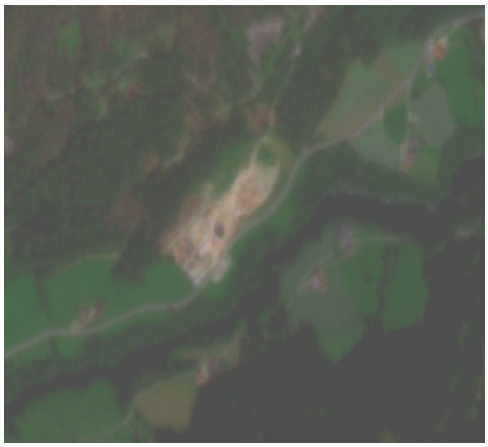
2022	2024

Regione	Trentino-Alto Adige
Provincia	Trento
Comune	Pergine Valsugana
Descrizione	Cambiamento di circa 1,5 ha dovuto alla creazione di un nuovo cantiere.
Autori	ISPRA e SNPA

BOLZANO

2023	2024

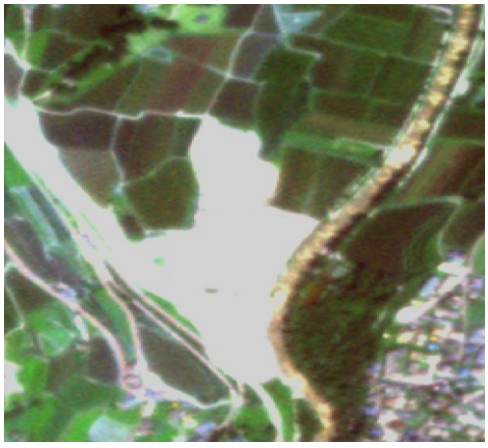
Regione	Trentino-Alto Adige
Provincia	Bolzano
Comune	Badia
Descrizione	Consumo di suolo temporaneo, cantiere per lo sviluppo di un'area per attrezzature collettive della superficie di circa 4 ha.
Autori	Maddalena Moltrer (Provincia autonoma di Bolzano)

2023	2024
	

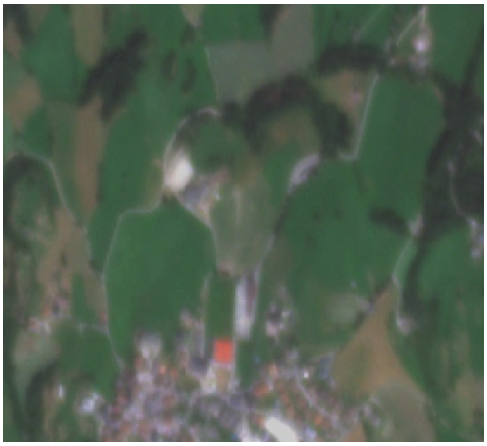
Regione	Trentino-Alto Adige
Provincia	Bolzano
Comune	Campo Tures
Descrizione	Consumo di suolo, cantiere per l'implementazione di una zona di sviluppo turistico alloggiativo della superficie di circa 2 ha.
Autori	Maddalena Moltrer (Provincia autonoma di Bolzano)

2023	2024

Regione	Trentino-Alto Adige
Provincia	Bolzano
Comune	Laives
Descrizione	Consumo di suolo nei pressi dell'aeroporto di Bolzano per la realizzazione di un'area adibita a parcheggio della superficie di circa 1 ha.
Autori	Maddalena Moltrer (Provincia autonoma di Bolzano)

2023	2024
	

Regione	Trentino-Alto Adige
Provincia	Bolzano
Comune	Tirolo
Descrizione	Consumo di suolo dovuto dall'espansione di una zona produttiva.
Autori	Maddalena Moltrer (Provincia autonoma di Bolzano)

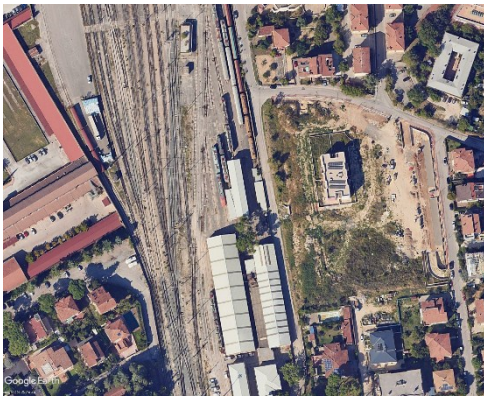
2023	2024
	

Regione	Trentino-Alto Adige
Provincia	Bolzano
Comune	Laion
Descrizione	Rinaturalizzazione di un'area di consumo di suolo temporaneo della superficie di 1 ha.
Autori	Maddalena Moltrer (Provincia autonoma di Bolzano)

CONSUMO DI SUOLO IN AREE A PERICOLOSITÀ DA FRANA

2022	2024

Regione	Lombardia
Provincia	Brescia
Comune	Pian Camuno
Descrizione	Ampliamento di un'impresa di lavorazione di metalli di circa 1 ha in area a pericolosità da frana media.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024
	

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Foligno
Descrizione	Cambiamento in area a pericolosità da frana elevata.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Lazio
Provincia	Roma
Comune	Colleferro
Descrizione	Cantiere di 1,2 ha per la costruzione di un nuovo edificio in un'area di attenzione.
Autori	ISPRA e SNPA

2022	2024

Regione	Campania
Provincia	Salerno
Comune	Sassano
Descrizione	Cantiere della superficie di 1,6 ha dovuto dall'espansione di un polo logistico di recente costruzione in area a pericolosità di frana moderata.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Trentino-Alto Adige
Provincia	Trento
Comune	Trento
Descrizione	Cambiamento di circa 5 ha dovuto alla creazione di un nuovo cantiere in area a pericolosità da frana media.
Autori	ISPRA e SNPA

CONSUMO DI SUOLO IN AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA

2023	2024

Regione	Piemonte
Provincia	Torino
Comune	Moncalieri
Descrizione	Nuova costruzione di circa 1 ha in area a pericolosità idraulica bassa.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2024

Regione	Toscana
Provincia	Prato
Comune	Prato
Descrizione	Nuove costruzioni di circa 1 ha in area a pericolosità idraulica bassa.
Autori	ISPRA e SNPA

2021	2025

Regione	Marche
Provincia	Ascoli Piceno
Comune	Monteprandone
Descrizione	Ampliamento della zona industriale con la costruzione di un nuovo edificio che occupa una superficie di 1,1 ha in area a pericolosità idraulica media.
Autori	ISPRA e SNPA

2022	2024

Regione	Molise
Provincia	Campobasso
Comune	Montenero di Bisaccia
Descrizione	Ampliamento della superficie di circa 5 ha di un campo fotovoltaico preesistente in un'area a pericolosità idraulica media.
Autori	ISPRA e SNPA

2023	2025

Regione	Calabria
Provincia	Cosenza
Comune	Luzzi
Descrizione	Impianto fotovoltaico dall'estensione di circa 1,8 ha in un'area a pericolosità idraulica elevata e cantiere adiacente che ospiterà un secondo impianto.
Autori	ISPRA e SNPA

CONTRIBUTI A CURA DEGLI OSSERVATORI DI REGIONI E PROVINCE AUTONOME

REGIONE LOMBARDIA – ADEGUAMENTO DELLA PIANIFICAZIONE LOCALE ALLA LEGGE REGIONALE N. 31/2014 PER LA RIDUZIONE DEL CONSUMO DI SUOLO

Sara Pace, Silvia Sgobba (Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio e Sistemi verdi)

L'approvazione della L.R. 31/2014 e la conseguente Integrazione del Piano territoriale regionale (PTR) hanno dato avvio in Lombardia al processo di progressiva riduzione delle previsioni comunali di consumo di suolo e all'adeguamento dei piani della Città Metropolitana di Milano, delle 11 Province e degli oltre 1500 Comuni. Tale processo è stato periodicamente monitorato dagli uffici regionali producendo un primo rapporto di verifica pubblicato nella "Relazione 2021 dell'Osservatorio Regionale della Pianificazione e Programmazione Regionale" (di cui si è data informazione nell'edizione 2021 del Rapporto SNPA) e consentendo di rappresentare nell'ambito della Relazione dell'Osservatorio regionale 2023 e in quella del 2024 (approvata con D.g.r. n. XII/4694 del 07/07/2025) alcuni risultati parziali dell'aggiornamento in corso, che si propongono in sintesi anche nel presente contributo.
Si rileva in particolare che al dicembre 2024, risultano adeguati alla l.r. 31/2014 i due terzi dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale oltre al Piano Territoriale Metropolitano della Città Metropolitana di Milano e risultano approvati in coerenza con i disposti della l.r. 31/2014 circa il 42% dei piani dei Comuni della Lombardia (629 piani), di cui circa la metà costituiscono nuovi Piani di Governo del Territorio (PGT) predisposti in applicazione dei criteri regionali a seguito dell'Integrazione del PTR in materia di riduzione del consumo di suolo (vigente dal marzo 2019).

I riferimenti per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione e il processo di progressiva attuazione della L.R. *31/2014*
La Legge Regionale n. 31/2014 "Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato", introducendo nel governo del territorio specifiche disposizioni finalizzate a limitare il consumo di suolo e a favorirne la rigenerazione, ha previsto un meccanismo attuativo basato sulla compartecipazione dei diversi livelli istituzionali, disponendo l'adeguamento di tutti gli strumenti di pianificazione territoriale: Piano Territoriale Regionale (PTR), Piani Territoriali delle Province e della Città Metropolitana (PTCP, PTM) e Piani di Governo del Territorio dei Comuni (PGT).
Con l'Integrazione del PTR ai sensi della legge regionale n. 31/2014, in vigore dal 13 marzo 2019, Regione Lombardia ha individuato la soglia regionale di riduzione del consumo di suolo, per raggiungere progressivamente e attraverso il concorso di province, città metropolitana di Milano e Comuni, il traguardo proposto dalla Commissione europea di giungere entro il 2050 ad una occupazione netta di terreno pari a zero. Il PTR ha infatti indicato a livello regionale una soglia di riduzione tendenziale - riferita alla riduzione delle previsioni edificatorie vigenti nei piani comunali alla data di entrata in vigore della l.r. 31/2014 - che assume valori più restrittivi nei diversi scenari temporali intermedi al 2050: soglia di riduzione tendenziale media pari al 25% al 2025, e pari al 45% al 2030. Tale soglia di riduzione deve essere garantita, nel rispetto dei criteri quali/quantitativi definiti dal PTR ed a seguito degli adeguamenti dei PTCP/PTM, nell'ambito dell'adeguamento degli oltre 1500 PGT.
Con i suddetti provvedimenti si è pertanto avviato in Lombardia il processo di progressivo adeguamento al PTR l.r.31/2014 dei piani degli Enti locali, che ha richiesto un costante accompagnamento regionale

in considerazione della novità e della rilevanza sovralocale della tematica. Tale processo è stato periodicamente monitorato producendo, in riferimento al primo quinquennio di attuazione della l.r. 31/2014 (intervallo temporale 2015-2019/20), il primo rapporto di verifica già presentato nell'anno 2021. Nel presente contributo, in riferimento ai dati analizzati al dicembre 2024, si anticipano i risultati parziali del monitoraggio in corso (intervallo temporale 2020/21-2025), rappresentando alla scala regionale lo stato di avanzamento dell'attuazione della politica di riduzione del consumo di suolo nei piani delle Province/Città metropolitana e dei Comuni.
In particolare, al dicembre 2024, risultano adeguati alla l.r. 31/2014 i due terzi dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale oltre al Piano Territoriale Metropolitano della Città Metropolitana di Milano e risultano approvati in coerenza con i disposti della l.r. 31/2014 circa il 42% dei piani dei Comuni della Lombardia.

Adeguamento dei piani delle province e della città metropolitana: PTCP e PTM
In riferimento all'adeguamento dei piani sovracomunali, emerge che la Città Metropolitana di Milano e le Province di Bergamo e Cremona, sono state le prime a rendere efficace il piano nel corso dell'anno 2021, seguite nel 2022 da Monza Brianza, Mantova e Lecco. Il PTCP di Pavia, approvato nel 2023, è diventato efficace a seguito di pubblicazione nell'agosto 2024 e, sempre nel 2024, la Provincia di Lodi ha adottato l'adeguamento del Piano territoriale, che è stato oggetto di verifica regionale nell'ottobre 2024 ed è stato poi approvato nei primi mesi del 2025 (Tabella 120).

Tabella 120. PTCP e PTM adeguati alla l.r.31/2014

Province e CMM	Adozione	Verifica regionale	Approvazione	Pubblicazione BURL
Bergamo	D.C.P. n. 9 del 11/5/2020	DGR n. 3618 del 28/09/2020	D.C.P. n. 37 del 7/11/2020	BURL n. 9 del 03/03/2021
Cremona	D.C.P. n. 33 del 21/11/2020	DGR n. 4809 del 31/05/2021	D.C.P. n. 28 del 27/10/2021	BURL n 46 del 17/11/2021
Lecco	D.C.P. n. 43 del 29/09/2021	DGR n. 5996 del 21/02/2022	D.C.P. n. 35 del 20/06/2022	BURL n. 33 del 17/08/2022
Lodi	DCP n. 8 del 07/05/2024	DCP n. 8 del 21/10/2024		
Mantova	D.C.P. n. 33 del 29/07/2021	DGR n. 5582 del 23/11/2021	D.C.P. n. 10 del 28/03/2022	BURL n. 20 del 18/05/2022
Milano	DCM n. 14 del 29/7/2020	DGR n. 4115 del 21/12/2020	D.C.M. n. 16 del 11/05/2021	BURL n. 40 del 06/10/2021
Monza e Brianza	DCP n. 13 del 27/04/2021	DGR n. 5230 del 13/09/2021	D.C.P. n. 2 del 04/02/2022	BURL n 14 del 06/04/2022
Pavia	DCP n. 66 del 22/12/2022	DGR n. 626 del 10/07/2023	DCP n. 45 del 15/11/2023	BURL n. 33 del 14/08/2024

Con riferimento alle province non ancora adeguate (evidenziate in arancio nella Figura 172), si rileva che hanno tutte avviato i procedimenti e che sono in fase avanzata del percorso di predisposizione dei contenuti di piano.

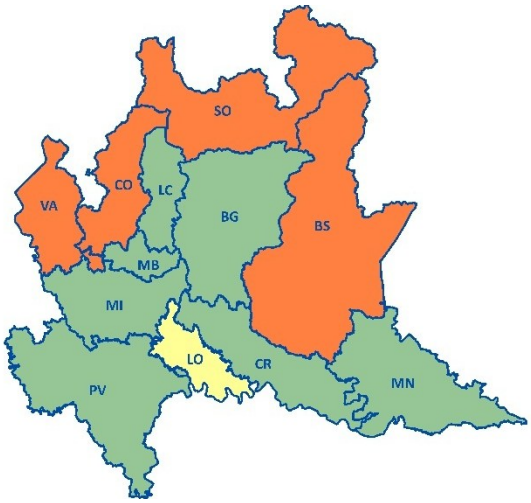


Figura 172. Stato di avanzamento dell'Adeguamento alla l.r.31/2014 dei PTCP e PTM

Adeguamento dei piani dei comuni: PGT

Il processo di attuazione della politica di riduzione del consumo di suolo nei piani comunali è iniziato nel 2015 e, come anticipato, è già stato monitorato nel 2021 al termine del primo periodo transitorio della l.r. 31/2014 (intervallo temporale 2015-2019/20), facendo registrare in particolare una riduzione delle previsioni di consumo di suolo di circa un terzo dei Comuni della regione. Il processo è quindi proseguito negli anni successivi al 2019/20, avendo come riferimento anche i criteri per la pianificazione locale e i valori delle soglie tendenziali di riduzione del consumo di suolo, nel frattempo divenuti efficaci nel marzo 2019 con l'integrazione PTR ai sensi della l.r. 31/2014. Pertanto, in parallelo all'adeguamento dei PTCP e del PTM, sono intervenuti anche i primi nuovi PGT approvati in coerenza con il PTR ex l.r. 31/2014.

Rispetto al secondo periodo quinquennale di monitoraggio (intervallo temporale 2020/21-2025), si stanno in particolare verificando tutti i nuovi piani comunali che, come disposto dall'art. 5 comma 4 della l.r. 31/2014, possono essere approvati dai Comuni esclusivamente nel rispetto della soglia di riduzione del PTR/PTM/PTCP o assicurando un bilancio ecologico del suolo (BES) non superiore a zero, pertanto senza comportare nuovo consumo di suolo.

Tale attività di monitoraggio, che si concluderà nel 2025, è stata condotta nel biennio 2023/24 dalla Regione in collaborazione con la Città Metropolitana di Milano e le Province lombarde, essendo queste ultime le amministrazioni tenute a verificare i PGT, in sede di parere di compatibilità con il PTCP/PTM, relativamente alla coerenza con i criteri del PTR per la riduzione del consumo di suolo (art. 5 comma 4 l.r.31/2014).

In particolare, nell'ambito delle attività di collaborazione previste in materia di governo del territorio dall'Intesa tra Regione Lombardia, UPL, Province lombarde e Città Metropolitana di Milano "per il rilancio degli Enti e per l'esercizio delle funzioni regionali confermate ex l.r. 19/2015 e l.r. 32/2015 e delle ulteriori funzioni regionali conferite" - Biennio 2022-2023 e Triennio 2024-2026, sono state definite le modalità operative e predisposti i contributi provinciali/metropolitano sul tema del monitoraggio dei PGT.

In particolare, i dati dei PGT approvati nel periodo 2019-2023, sono stati estrapolati da Regione Lombardia in collaborazione con Fondazione Lombardia per l'Ambiente **(**FLA), a seguito dell'analisi puntuale dei PGT (elaborati e shapefile) contenuti nell'archivio documentale PGT WEB.

Successivamente, con l'entrata in vigore delle nuove specifiche tecniche di consegna digitale dei PGT, a partire dal 2024, le principali informazioni sul consumo di suolo dei PGT (dati di sintesi) sono state acquisite direttamente nella banca dati regionale dei PGT, alimentata dai Comuni in fase di richiesta di pubblicazione del Piano sul Burl.
Le informazioni così acquisite sono state quindi verificate/integrate con quelle provinciali e poi elaborate a livello regionale per restituire una rappresentazione di sintesi dello stato di attuazione della l.r.31/2014 nei PGT dei comuni lombardi (Figura 173).

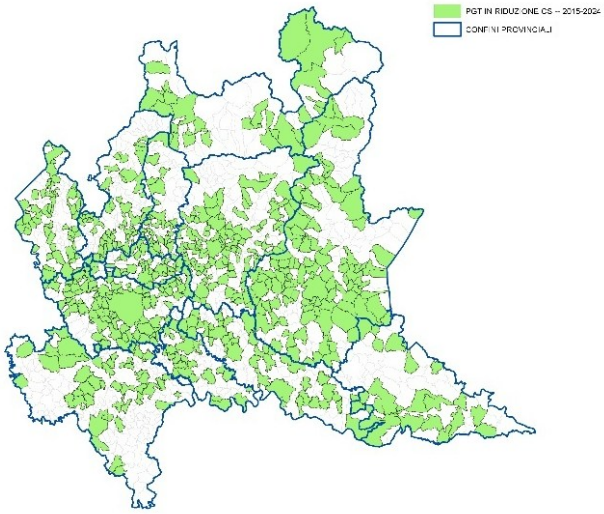


Figura 173. PGT in riduzione del consumo di suolo approvati dai comuni nel periodo 2015-2024

Nel complesso al 2024 risultano approvati in coerenza con i disposti della l.r. 31/2014 circa il 42% dei piani dei Comuni della Lombardia (629 PGT), la metà dei quali sono stati approvati successivamente al marzo 2019 e pertanto sono coerenti anche con i criteri regionali dell'Integrazione del PTR ai sensi della l.r. 31/2014 (in vigore dal 13/03/2019).
Si tratta dei Comuni più grandi della Lombardia, che comprendono Milano e la maggior parte dei capoluoghi di provincia, e che in più di un centinaio di casi hanno operato le riduzioni in due momenti, incrementandone le quantità.
Le riduzioni delle previsioni di consumo di suolo fanno infatti registrare valori che, nei piani approvati nel periodo 2015-2019/20, si attestano su un valore medio della soglia di riduzione residenziale pari al 22% e che, nei nuovi piani entrati in vigore nel periodo 2020/21-2024, raggiungono un valore medio complessivo della soglia di riduzione superiore al 40%, portando al **valore medio del 29% la riduzione delle previsioni comunali totali dei 629 PGT**, confermando il trend positivo già rilevato nell'ambito del primo monitoraggio di attuazione della l.r.31/2014 ("Relazione 2021 dell'Osservatorio della Pianificazione e Programmazione Regionale – Focus Consumo di suolo").
In particolare, nell'ultimo anno è proseguito con particolare intensità il processo di progressiva riduzione delle previsioni comunali di consumo di suolo. Nel corso del 2024 si è infatti registrato un significativo incremento soprattutto dei piani comunali che hanno pienamente recepito le disposizioni regionali con l'adeguamento alla soglia di riduzione del consumo di suolo: i nuovi PGT approvati in adeguamento alla l.r. 31/2014 e divenuti efficaci nel 2024 sono stati 83, più del doppio di quelli approvati nei 4 anni precedenti (2020-2023). La maggior parte degli adeguamenti è intervenuta nei Comuni della Provincia

di Bergamo e in quelli della Città metropolitana di Milano, che per prime nel 2021 si sono dotate di un piano sovracomunale adeguato alla l.r.31/2014. È altresì significativo il dato riferito ai Comuni delle quattro province in cui non si è ancora completato l'adeguamento dei PTCP: sono circa il 30% del totale del 2024, i Comuni che hanno scelto di procedere a adeguare complessivamente il PGT direttamente ai contenuti dell'integrazione del PTR, come ammesso dalla norma transitoria della l.r.31/2014.

REGIONE LOMBARDIA – ESEMPI DI DE-IMPERMEABILIZZAZIONE

Immacolata Tolone, Laura Corbetta (Regione Lombardia)

Il Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio) della Regione Lombardia rappresenta uno strumento fondamentale, primo in Italia, per promuovere una gestione sostenibile delle acque meteoriche e un uso responsabile del suolo. Il principio cardine dell'invarianza idraulica consiste nel garantire che, a seguito di nuove urbanizzazioni o trasformazioni del territorio, la quantità e la velocità di deflusso delle acque piovane non aumentino rispetto alla condizione naturale o preesistente. In altre parole, ogni intervento deve assicurare che l'equilibrio idraulico del bacino venga mantenuto, evitando di aggravare il rischio di allagamenti e di sovraccarico delle reti di drenaggio.
Questo approccio si lega strettamente al concetto di de-impermeabilizzazione, ovvero alla progressiva riduzione delle superfici impermeabili in ambito urbano e periurbano e, pertanto, al recupero di aree "consumate". Rimuovere pavimentazioni inutili o sostituirle con materiali drenanti, realizzare "*rain garden*", tetti verdi e bacini di laminazione sono azioni che consentono di incrementare la capacità di infiltrazione e ritenzione naturale del suolo.
Dal punto di vista della sostenibilità, tali interventi non solo contribuiscono alla riduzione del rischio idraulico e alluvionale, ma offrono molteplici co-benefici ambientali e sociali:

- Mitigano l'effetto "isola di calore" urbano, grazie all'aumento delle superfici vegetate e alla maggiore evapotraspirazione;
- Favoriscono la biodiversità, creando habitat per flora e fauna anche in contesti altamente urbanizzati;
- Migliorano la qualità delle acque e del microclima, contribuendo a un ambiente urbano più resiliente e vivibile.

Alla luce dei cambiamenti climatici, caratterizzati da precipitazioni sempre più intense e concentrate nel tempo, il rispetto del principio di invarianza idraulica e le strategie di de-impermeabilizzazione assumono un ruolo strategico. Esse rappresentano una risposta concreta alla necessità di adattamento climatico, riducendo la vulnerabilità dei territori e potenziando i servizi ecosistemici urbani.
L'integrazione tra regolamentazione tecnica, pianificazione territoriale e soluzioni basate sulla natura (*Nature-Based Solutions*) consente di trasformare le città in sistemi più resilienti, sostenibili e attenti al ciclo naturale dell'acqua, in linea con gli obiettivi europei del *Green Deal* e con le strategie regionali di adattamento ai cambiamenti climatici.
Si riportano di seguito due interventi di de-impermeabilizzazione in Regione Lombardia, già realizzati.

CASO 1 - Comune di Varedo (MB)

Regione: Lombardia
Provincia: Monza e Brianza
Comune: Varedo

Descrizione: De-impermeabilizzazione di aree a parcheggio per una superficie totale pari a circa 8.800 mq (portata teorica sottratta al sistema di drenaggio pari a 182.25 l/s).
Intervento finanziato da Regione Lombardia per un importo pari a € 790.000,00 (d.g.r. 3671/2020), concluso e rendicontato.
Autori: Regione Lombardia

L'intervento di de-impermeabilizzazione dell'area del parcheggio in via Italia (Figura 174) attraverso la realizzazione di aiuole drenanti. Il sistema di dispersione è collegato ad un elemento disperdente più profondo "Rigofill" il quale, in condizioni ordinarie, raccoglie le acque provenienti dall'impianto sportivo e dalla scuola media, mentre nel caso di eventi meteorici particolarmente intensi sarà in grado di smaltire anche le acque piovane provenienti dalla trincea.

Figura 174. Parcheggio di via Italia

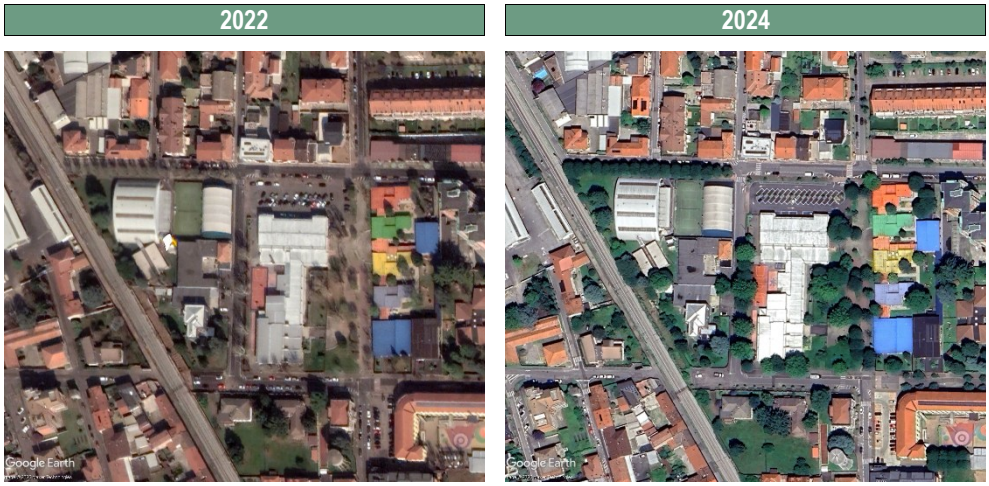


Figura 175. Situazione pre e post-intervento del parcheggio di via Italia

L'intervento di de-impermeabilizzazione in piazza Biraghi (Figura 176) attraverso l'utilizzo di una pavimentazione drenante in tutta la superficie del parcheggio che consente anche una riduzione del problema dell'isola di calore e la realizzazione di un sistema di smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalla scuola primaria Bagatti. Quest'ultimo è costituito da nr.2 pozzi disperdenti.

Figura 176. Intervento di de-impermeabilizzazione in piazza Biraghi

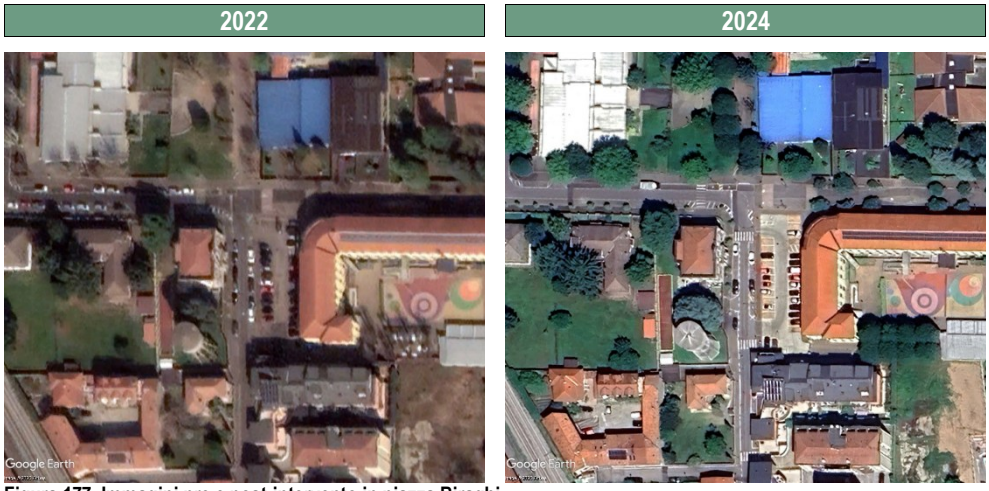


Figura 177. Immagini pre e post-intervento in piazza Biraghi

Intervento di de-impermeabilizzazione nel parcheggio del cimitero (Figura 178) mediante allargamento delle aiuole esistenti e realizzazione nella superficie asfaltata di una pavimentazione permeabile di tipo disperdente in tutta l'area. Si prevede anche un sistema di tubazioni di drenaggio in PE Φ125mm con lo scopo di confluire le acque raccolte nella zona disperdente.

Figura 178. Zona di intervento del parcheggio del cimitero

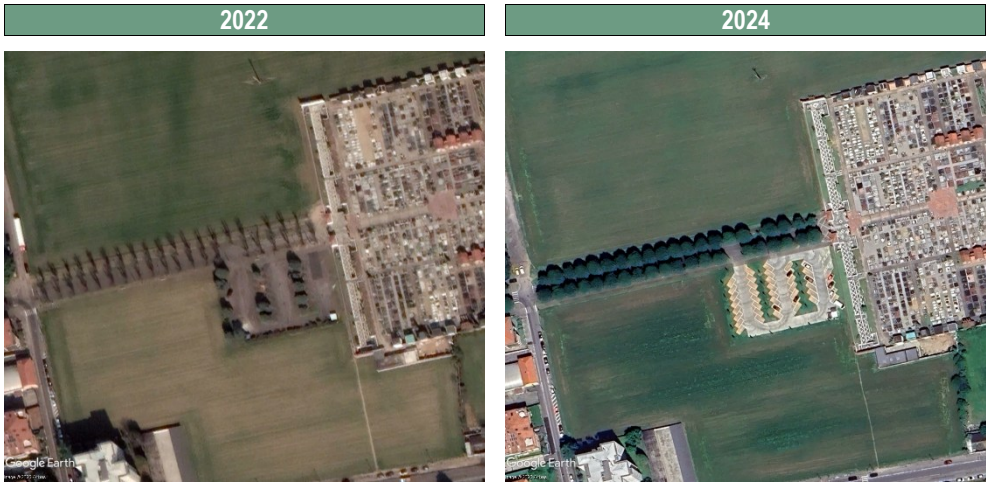


Figura 179. Immagini pre e post-intervento nel parcheggio del cimitero

Intervento di de-impermeabilizzazione dell'area nel parcheggio di via Friuli (Figura 180) attraverso la realizzazione di due aiuole drenanti posizionate nella zona centrale e laterale.

Figura 180. Intervento nel parcheggio di via Friuli

2022	2024

Figura 181. Immagini pre e post-intervento nel parcheggio di via Friuli

CASO 2 - Comune di Bovisio Masciago (MB)

Regione: Lombardia
Provincia: Monza e Brianza
Comune: Bovisio Masciago
Descrizione: De-impermeabilizzazione di quattro aree riguardanti l'asse stradale e le relative pertinenze di via Giacomo Matteotti in Comune di Bovisio Masciago, per una superficie totale pari a circa 1.000 mq (prevista una rimozione delle acque di pioggia scaricate in fognatura mista variabile tra il 50% e il 70-80% dei run-off annuali corrispondenti a circa 7.000-12.000 mc/anno).
Intervento finanziato da Regione Lombardia per un importo pari a € 1.140.000,00 (d.g.r. 3671/2020), concluso e rendicontato.
Autori: Regione Lombardia

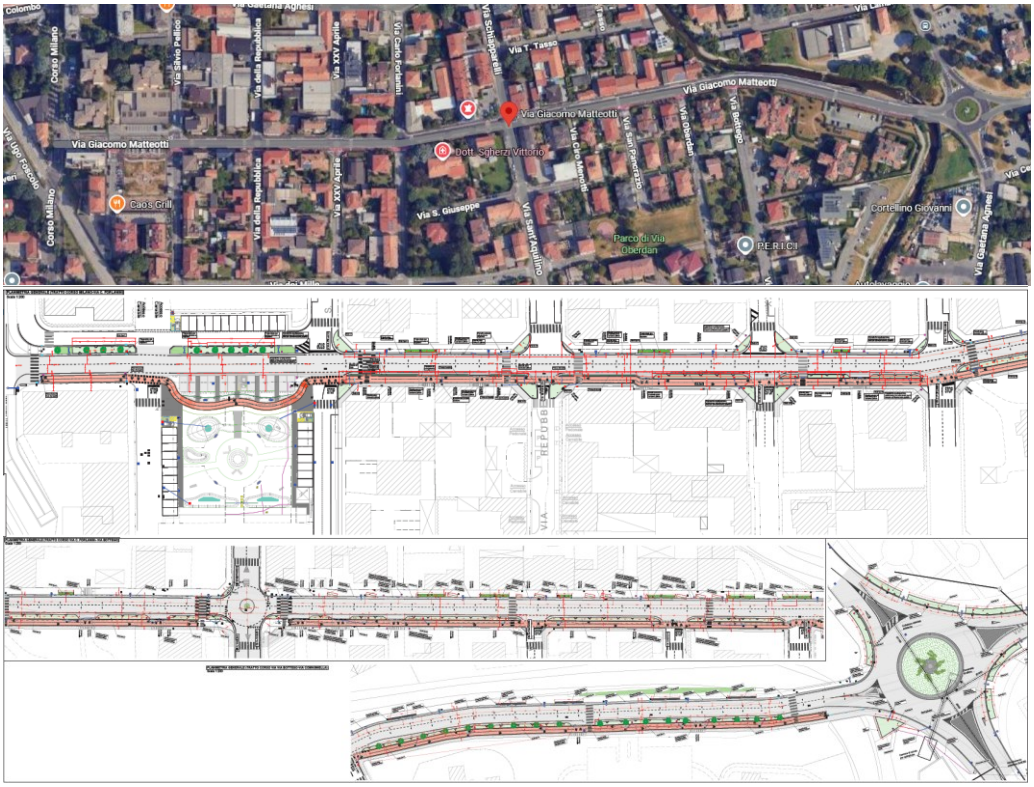


Figura 182. Ortofoto e planimetria complessiva di progetto

1. Intervento lungo la via Giacomo Matteotti (Figura 183): interventi di retrofitting SuDS (aree di bioritenzione o trincee drenanti) diffusi su entrambi i lati della carreggiata.

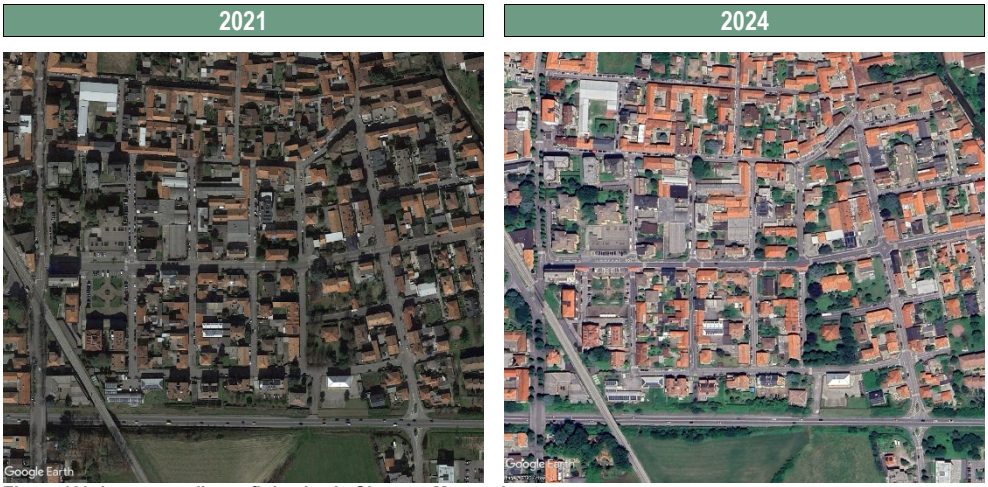


Figura 183. Intervento di retrofitting in via Giacomo Matteotti

2. Interventi nella piazzetta via Silvio Pellico (Figura 184): nell'area parco retrofitting SuDS, in corrispondenza delle aree verdi esistenti, con la realizzazione di bacini di detenzione asciutti, capaci di favorire lo stoccaggio e l'attenuazione delle acque di deflusso superficiale provenienti dalle aree parcheggio limitrofe, senza perdere la loro funzione di area verde.

Figura 184. Interventi di refitting nella piazza Silvio Pelico

3. Intervento nell'ampia rotatoria al termine di via Giacomo Matteotti (Figura 185): soluzione di retrofitting SuDS delle aree di bioritenzione, per drenare le acque di deflusso superficiale provenienti da una porzione delle strade limitrofe.

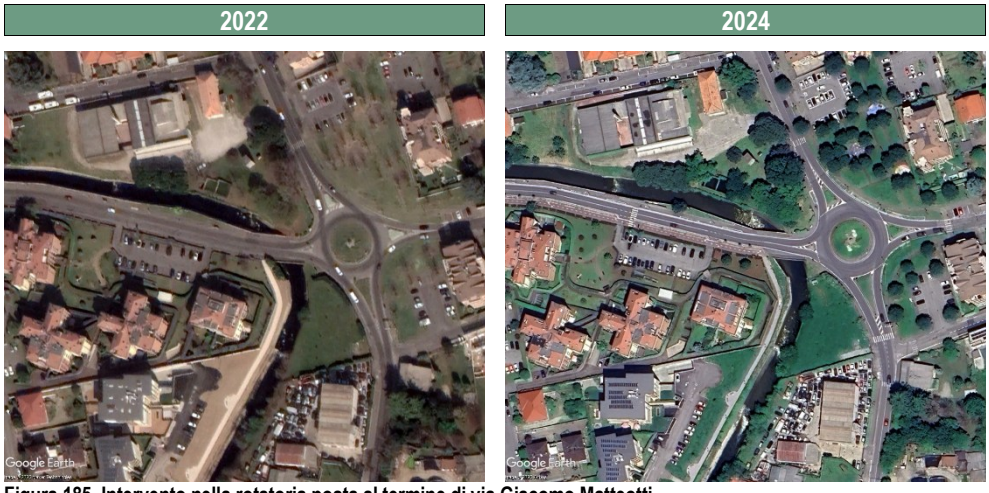


Figura 185. Intervento nella rotatoria posta al termine di via Giacomo Matteotti.

4. Intervento all'incrocio con via Forlanini (Figura 186): posizionamento di una nuova rotatoria con realizzazione sul lato ovest di un intervento SuDS di retrofitting con aree di bioritenzione.

Figura 186. Intervento incrocio via Forlanini - via Giacomo Matteotti

REGIONE EMILIA-ROMAGNA – EFFETTI DELLA LEGGE REGIONALE EMILIA-ROMAGNA N. 24/2017 SULLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE IN SEGUITO ALLA CONCLUSIONE DEL PERIODO TRANSITORIO.

Marco Nerieri, Martina Santucci

La legge regionale 21 dicembre 2017, n. 24, "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio", definisce il quadro normativo regionale per il governo del territorio, in conformità ai principi fondamentali della legislazione statale. La legge urbanistica dell'Emilia-Romagna è focalizzata su un approccio volto a garantire uno sviluppo qualitativo e competitivo, sia dal punto di vista economico che territoriale.
Intorno a questi principi sono stati individuati due obiettivi fondamentali: il contenimento del consumo di suolo e la promozione della rigenerazione urbana.
Le disposizioni introdotte dalla LR 24/2017 per il contenimento del consumo di suolo hanno significativamente ridotto l'impatto delle trasformazioni di nuovo suolo derivanti dall'attuazione delle previsioni insediative ereditate dalle pianificazioni precedenti.
La conclusione del periodo transitorio previsto dalla legge urbanistica ha determinato la decadenza di tutte le previsioni insediative non convenzionate entro il 31 dicembre 2023. Di conseguenza, durante il periodo 2018–2023, sono state approvate e convenzionate previsioni che coprono meno del 9% delle superfici originariamente pianificate, pari a 24 km², mentre quelle decadute hanno permesso di preservare 207 km² di terreno agricolo dalla trasformazione (Figura 187).

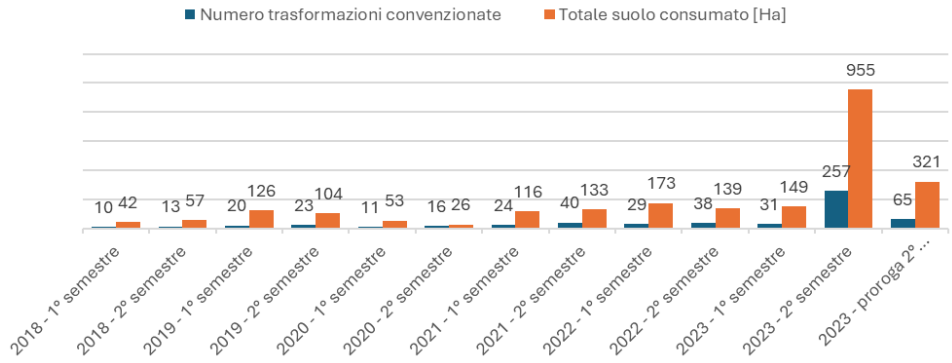


Figura 187. Numero delle trasformazioni convenzionate nel periodo 2018-2023 rispetto al suolo consumato (ha)

Oltre a questo importante risultato, si dovrà considerare anche il consumo di suolo relativo all'utilizzo del 3% della superficie del territorio urbanizzato, prevista per espansioni autorizzabili tramite accordi operativi fino al 2050.
Si conferma dunque la rilevanza delle due principali innovazioni introdotte dalla legge urbanistica: da un lato, una significativa riduzione delle previsioni ereditate dalla pianificazione precedente; dall'altro, l'individuazione di una soglia quantitativa massima di suolo consumabile entro il 2050 (Figura 188).

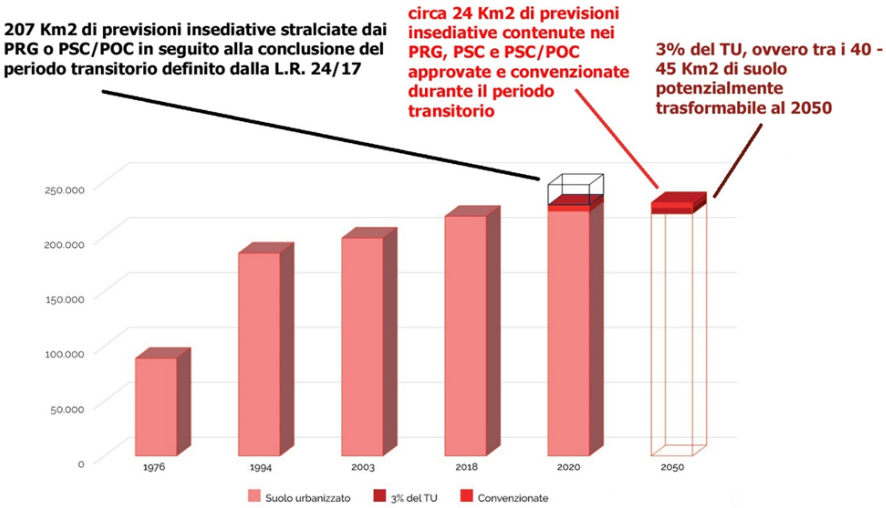


Figura 188. Principali innovazioni introdotte dalla legge urbanistica: riduzione delle previsioni e individuazione di una soglia massima di suolo consumabile entro il 2050

ARPAE EMILIA-ROMAGNA – FOCUS: IL METANODOTTO SESTINO - MINERBIO

Francesca Di Nicola, Monica Carati, Adele Lo Monaco

Il metanodotto Sestino-Minerbio fa parte della Linea Adriatica per il potenziamento della rete di trasporto del gas naturale. L'opera è in fase di realizzazione con i primi cantieri già avviati e rilevati nel monitoraggio di consumo di suolo 2023-2024. L'opera in Emilia-Romagna (Figura 189), interessa i territori di Rimini, Forlì-Cesena, Ravenna e Bologna per circa 133 km e 800 ettari naturali che saranno temporaneamente convertiti in cantieri (classe 122). Tali superfici al termine dei lavori saranno rinaturalizzate.

Figura 189. Percorso di progetto del metanodotto Sestino - Minerbio

2023	2024

Descrizione	Visualizzazione della creazione di uno dei cantieri del metanodotto Sestino - Minerbio

Tabella 121. Ripartizione provinciale di lunghezza (km) e superficie (ha) del metanodotto Sestino - Minerbio

Provincia	Lunghezza (km)	Superficie (ha)
BO	24,6	78,0
FC	46,7	138,2
RA	47,4	150,8
RN	14,5	63,5
Totale generale	**133,2**	**430,5**

La parte dei cantieri attivi corrisponde al 47% della superficie prevista in progetto, la maggior parte dei cantieri già esistenti si trovano nel territorio provinciale di Ravenna coprendo circa il 70% della superficie prevista, segue Bologna con circa il 55% e Forlì-Cesena con circa il 38%, nel territorio provinciale di Rimini non risultano cantieri avviati (Figura 190). Risulta di interesse il monitoraggio dei prossimi anni per verificare lo stato di rinaturalizzazione dei suoli occupati.

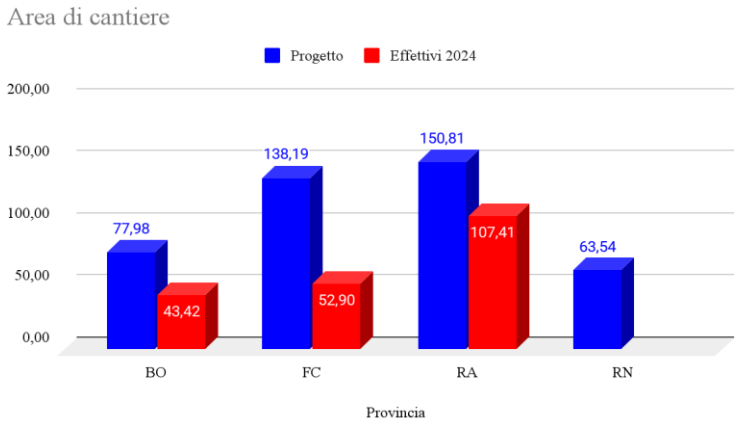


Figura 190. Superficie prevista in progetto rispetto ai cantieri già realizzati

REGIONE TOSCANA – UNA LETTURA DI SINTESI DEL CONSUMO DI SUOLO

Ilaria Tabarrani (Direzione Urbanistica e Sostenibilità - Regione Toscana)

Ripartizione del consumo di suolo tra permanente e reversibile

Tra il 2023 e il 2024, il consumo di suolo annuale rilevato in Toscana ammonta complessivamente a circa 265 ettari, distribuiti su più di 900 aree di varie dimensioni.

L'analisi evidenzia che la quota di consumo è prevalentemente reversibile, che rappresenta 231 ettari su 265, pari a circa l'87% del totale.

Una porzione minoritaria, pari a circa 40 ettari (13% del totale), è classificabile come consumo permanente, destinato a trasformazioni definitive.

Accanto a queste due componenti, si rileva anche una quota di circa 6 ettari che risulta "rinaturalizzata", indicando aree precedentemente compromesse che hanno recuperato una copertura naturale o seminaturale.

Ripartizione per tipologia di consumo

Degli ettari complessivi trasformati tra il 2023 e il 2024, durante la fase di verifica dei dati preliminari realizzata in collaborazione tra ISPRA e Regione Toscana, si è rilevato che circa 170 ettari sono concentrati in sole 53 aree che, per questo, sono state analizzate e classificate, con un'assegnazione puntuale del tipo di intervento individuato sulla base di immagini aree di maggior dettaglio rispetto a quelle satellitari utilizzate da SNPA per il monitoraggio del consumo di suolo.

Le altre trasformazioni, distribuite sui poligoni restanti, non sono state analizzate in quanto si tratta prevalentemente di aree molto frastagliate con superficie inferiore ai 1.000 m^2.

Composizione delle trasformazioni analizzate

L'analisi delle aree classificate mostra interventi principalmente finalizzati alle seguenti tipologie di trasformazioni avvenute tra il 2023 e il 2024:

- Infrastrutture lineari > circa 56 ettari
- Questa tipologia di trasformazioni comprende principalmente interventi di adeguamento della viabilità principale (es. potenziamento dei collegamenti Siena-Grosseto) per circa 39 ettari e scavi relativi al miglioramento della rete idrica per circa 17 ettari.
-

Esempio infrastruttura viaria (8 ha) - Sovicille

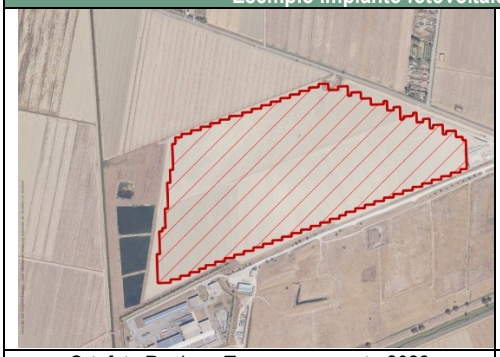
Ortofoto Regione Toscana – agosto 2023

Ortofoto Regione Toscana – novembre 2024

- Impianti energie rinnovabili > circa 34 ettari

Questa tipologia di trasformazioni comprende principalmente trasformazioni dovute all'installazione di fotovoltaico a terra; risulta rilevante l'apporto dell'unico impianto nel Comune di Grosseto di circa 33 ettari.

Esempio impianto fotovoltaico a terra (33 ha) - Grosseto



Ortofoto Regione Toscana – agosto 2023

Ortofoto Regione Toscana - novembre 2024

- Ampliamenti di aree produttive esistenti > circa 47 ettari

Questa tipologia di trasformazioni comprende ampliamenti e completamenti di aree produttive già esistenti con nuovi manufatti, piazzali e cave.

Esempio ampliamento area produttiva (2 ha) - Sansepolcro

Ortofoto Regione Toscana – agosto 2023

Ortofoto Regione Toscana – marzo 2025

- Casse di espansione > circa 8 ettari

Questa tipologia di trasformazioni comprende principalmente scavi per la realizzazione o il completamento di casse di espansione.

Esempio completamento cassa espansione (5 ha) – Gambassi Terme

Ortofoto Regione Toscana – agosto 2023

Ortofoto Regione Toscana – dicembre 2024

Risultano inoltre diversi casi tra le aree analizzate, circa 25 ettari, classificate come suolo consumato tra il 2023 e il 2024 che erano già consumate in passato, in seguito rinaturalizzate per poi essere consumate nuovamente durante l'ultima annualità.

Esempio di area già trasformata precedentemente

Ortofoto Regione Toscana – 2021

Ortofoto Regione Toscana – 2023

Dalla distribuzione delle macrocategorie si può dedurre che il consumo di suolo nell'anno considerato (2023-2024) è stato trainato principalmente dagli interventi infrastrutturali e dall'espansione delle aree produttive, seguiti da attività estrattive e, in misura minore, da attrezzature sportive e bonifiche. Le restanti aree risultano come interventi frammentati e di dimensioni ridotte (≤ 1.000 mq) in ambiti già urbanizzati.

Andamento nel tempo

Nel periodo 2015-2024 il consumo netto di suolo in Toscana mostra un andamento variabile, ma complessivamente contenuto tra circa 200 e 300 ettari annui. Questo livello di consumo risulta significativamente inferiore, in termini assoluti, rispetto alle principali regioni che registrano valori spesso superiori al doppio di quelli toscani. La Toscana conferma dunque una dinamica più moderata e contenuta, mostrando la validità degli strumenti introdotti e dunque la necessità di consolidare le politiche di riduzione del consumo di suolo e di riqualificazione delle aree già compromesse.

CONTRIBUTI A CURA DEL COMITATO SCIENTIFICO

APPROCCIO ONE HEALTH E FORNITURA DI SERVIZI ECOSISTEMICI NEL CONTINUUM URBANO-RURALE CHE CARATTERIZZA LE CITTÀ METROPOLITANE IN ITALIA.

Fausto Manes (Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma), Alessandro Sebastiani (Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali, ENEA)

Nella definizione di *One Health* adottata dalle più importanti agenzie intergovernative, incluse la World Health Organization, (WHO), la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), la World Organisation for Animal Health (WOAH) e lo United Nations Environment Programme (UNEP), si fa riferimento ad un approccio integrato e unificante di "Salute Unica", la salute degli esseri umani, degli animali domestici e selvatici, delle piante, dell'ambiente e degli ecosistemi, tutti strettamente collegati e interdipendenti. Questo approccio concettuale ed operativo ai problemi complessi coinvolge molteplici settori, discipline e componenti della Società.

Attualmente la vegetazione naturale e quella coltivata sono soggette a diversi stress di origine antropica (cambiamento climatico, inquinamento atmosferico, consumo di suolo) dovuti sia ad esigenze socioeconomiche di livello locale che ai cambiamenti globali, che causano, nel medio-lungo periodo, una rilevante trasformazione del territorio. I cambiamenti di uso e di copertura del suolo, intesi come transizione da aree naturali a semi-naturali o artificiali, influiscono sulla fornitura dei Servizi Ecosistemici (SE) di regolazione e di approvvigionamento, limitando i benefici forniti dagli ecosistemi naturali e dagli agroecosistemi alla popolazione umana (Munafò, 2023; Munafò, 2024).

Un recente sondaggio dell'Eurobarometro (2025), condotto tra i cittadini europei, rivela una forte preoccupazione per il cambiamento climatico e un ampio sostegno all'azione per il clima, con l'85% degli intervistati che lo considera un problema serio. L'indagine sottolinea anche che i cittadini europei percepiscono sempre più l'impatto del cambiamento climatico nella loro vita quotidiana.

Un Rapporto speciale IPCC (2025) mostra che i cambiamenti climatici aggravano le pressioni esistenti sulle risorse terrestri, sui servizi ecosistemici e sulla biodiversità. Il riscaldamento globale previsto nei prossimi anni aggraverà ulteriormente i processi di degrado a causa di inondazioni e condizioni di siccità, in particolare nella regione del Mediterraneo.

Limitare l'innalzamento della temperatura a 1,5°C anziché a 2°C, dovrebbe aiutare a ridurre alcuni dei maggiori rischi del cambiamento climatico, inclusi eventi meteorici estremi e aumento delle ondate di calore. Tuttavia, le politiche di mitigazione, che dovrebbero portare le emissioni di CO_2 a ridursi del 45% entro il 2030, sono ancora insufficienti,

Secondo i dati del servizio europeo Copernicus, il 21 luglio 2024 è stato registrato il giorno più caldo a livello globale; il 2024 è stato anche l'anno più caldo mai registrato e il primo in cui la temperatura media globale ha superato di 1,5°C i livelli preindustriali. Se non si interviene subito, tale crescita potrebbe raggiungere i 2°C entro il 2060, con gravi conseguenze sull'economia europea e globale, sulle infrastrutture, sulla produzione alimentare, sulla salute pubblica e sulla biodiversità.

La visione strategica della Commissione europea risponde all'invito dell'Accordo di Parigi nel proseguire gli sforzi per mantenere il riscaldamento globale entro 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali ed è inoltre, pienamente in linea con gli Obiettivi per lo sviluppo sostenibile dell'Agenda ONU 2030 delle Nazioni Unite.

Diffondere la cultura dello sviluppo sostenibile come dichiarato nei 17 SDGs dell'Agenda ONU 2030 sarà indispensabile per il mantenimento dei servizi ecosistemici necessari a garantire la qualità della vita. Uno sviluppo orientato alla sostenibilità può offrire nuove e concrete opportunità di lavoro per le future generazioni, attraverso l'innovazione dei processi e dei prodotti e la creazione di nuove competenze per lo sviluppo socioeconomico nel rispetto delle risorse naturali come richiamato dagli Articoli 8 e 41 della nostra Costituzione. La prosperità e il benessere del genere umano dipendono infatti da uno sfruttamento sostenibile del Capitale Naturale (CN), concetto mutuato dal settore economico per indicare il valore in termini fisici, monetari e di benessere offerto al genere umano dalla biodiversità e dagli "stock" di risorse naturali (COP15, Conferenza delle Nazioni Unite sulla biodiversità 2022, Montreal; ONU, Summit del futuro 2024, New York). Un buono stato di conservazione del CN può garantire la generazione continua di servizi ecosistemici, che svolgono un ruolo trasversale ai differenti settori produttivi della società e che Robert Costanza ha definito come "il contributo degli ecosistemi ai benefici usati in ambito economico e di altre attività umane".

In tale contesto, le aree urbane sono estremamente vulnerabili. Attualmente in Europa, esse ospitano circa il 75% della popolazione europea, percentuale che raggiungerà l'80% entro il 2050. In Europa i processi di urbanizzazione procedono rapidamente, causando l'impermeabilizzazione del suolo (MASE, 2025) e riducendone così le funzioni e la qualità. I sistemi socioecologici urbani sono caratterizzati da un'elevata densità abitativa, da un estensivo cambiamento di uso del suolo ed un utilizzo di risorse naturali molto spesso non disponibili localmente. Gli abitanti delle aree urbane sono esposti a rischi per la salute derivanti dal degrado della qualità ambientale: uno degli impatti più significativi è rappresentato dall'inquinamento atmosferico. Anche l'effetto "Isola di Calore Urbana" (Urban Heat Island Effect) esercita un'influenza dannosa sulla salute umana con un incremento della morbilità e della mortalità (Marando et al., 2019). A tal proposito si ricorda la recente lettera aperta della Commissione paneuropea per il clima e la salute (OMS/Europa, 2025), che sottolinea come la mortalità correlata al caldo sia aumentata del 30% negli ultimi due decenni con oltre 100.000 decessi in 35 Paesi europei nel 2022-2023, evidenziando che, nella Regione Europea, l'inquinamento atmosferico è causa annualmente di oltre 500.000 morti premature.

Tale scenario crescente di rischio ambientale nelle città impone la ricerca di soluzioni volte al miglioramento della qualità dell'ambiente urbano. Nella Strategia UE sulla Biodiversità per il 2030 "Riportare la Natura nella nostra vita" si fa continuo riferimento ai processi ecologici svolti dagli ecosistemi naturali terrestri ed acquatici, dagli agroecosistemi e, non ultimo, ai sistemi urbani sottolineando che le Infrastrutture Verdi, in una condizione di "salute", forniscono beni e servizi per il benessere dell'umanità. Proteggere, riqualificare ed incrementare le foreste urbane e periurbane e le alberature stradali, tramite la valorizzazione della Rete di Infrastrutture Verdi e la progettazione di Soluzioni basate sulla natura (NbSs), risulta pertanto fondamentale per uno sviluppo sostenibile delle città. È infatti importante sottolineare la funzione di miglioramento della qualità ambientale svolta dalle foreste urbane e periurbane ricordando la capacità del verde di rimuovere gli inquinanti atmosferici (tra cui PM, O_3, NO_2), di mitigare le temperature a livello locale e di ridurre l'impatto idrogeologico legato ad eventi estremi di precipitazioni (Nardella *et al*., 2024).

La rappresentazione spaziale dei Servizi Ecosistemici è uno dei pilastri della Strategia europea per la biodiversità al 2030. È stato osservato che attualmente, circa il 60% dei SE sono utilizzati in modo insostenibile o provengono da ecosistemi degradati, con chiare conseguenze sul benessere umano. Questo rapido degrado necessita non solo di una comprensione adeguata delle pressioni che agiscono a tale livello, ma richiede anche che tali informazioni siano integrate in un contesto di gestione sostenibile degli ecosistemi, in accordo con l'Agenda ONU 2030. L'utilizzo di dati satellitari ha consentito di aprire nuove opportunità nella pratica di Ecosystem Accounting, in particolare per quanto concerne

l'analisi delle condizioni dell'ecosistema e dei servizi forniti consentendo il loro costante monitoraggio (Sebastiani *et al*., 2021).
Emerge come la dinamica di cambiamento che interessa le zone metropolitane dovrebbe essere ai vertici della *Governance* nazionale e globale. Secondo l'IPCC, le aree urbane contribuiscono collettivamente per circa il 70% dell'anidride carbonica relativa alle emissioni equivalenti derivanti dal consumo energetico finale, e questa percentuale si pensa possa raggiungere il 76% nel 2030 (Espey *et al*., 2024).
Gli sforzi di gestione delle aree metropolitane dovrebbero quindi mirare, in chiave *One Health*, a migliorare la connettività ecologica, sia internamente alla fascia peri-urbana, sia esternamente, quale ponte nel *continuum* urbano-rurale, riducendo anche il consumo di suolo.
La Figura 191 e la Figura 192 mostrano entrambe l'immagine della mediana composita dell'NDVI[85] (*Normalized Difference Vegetation Index*), indicatore di biomassa fotosinteticamente attiva, per gli anni 2024 e 2018, ottenute mediante l'utilizzo di dati Sentinel-2. La Tabella 122 e la Tabella 123 sintetizzano i dati di superficie in ettari e in percentuale dei valori di NDVI in quattro classi e in particolare: "NDVI acqua": da -1 a 0; "NDVI no vegetazione": da 0 a 0.33; "NDVI mediamente vegetato": da 0.34 a 0.66; "NDVI densamente vegetato": da 0.67 a 1, sia per la Città Metropolitana di Roma che per il Comune di Roma Capitale. È interessante notare come i valori percentuali del non vegetato rimangano tra loro coerenti dal confronto 2018-2024. È possibile osservare una limitata riduzione per la classe mediamente vegetato e un leggero incremento per la classe densamente vegetato in entrambi gli ambiti territoriali. Tuttavia, è difficile stabilire, a tale scala, a cosa sia dovuto (differenti tipologie e stagionalità delle colture, opere di forestazione, specifiche influenze climatiche nel corso dei due anni). Secondo i dati ISPRA, il 2024 è stato l'anno più caldo mai registrato in Italia, con un'anomalia termica positiva di +1,33°C rispetto al periodo di riferimento 1991-2020. Lo stesso primato era stato raggiunto anche nel 2018: entrambe le annate, quindi, possono essere considerate eccezionalmente calde (ISPRA, 2025).
Occorre avviare azioni di riqualificazione ambientale e di ripristino della natura come richiesto dal Regolamento sul Restauro della Natura, la "Nature Restoration Law" approvata definitivamente dal Consiglio d'Europa il 17 Giugno 2024 ed entrata in vigore il 18 agosto 2024, volta a migliorare la qualità degli ecosistemi in Europa che presenta circa l'80% degli habitat terrestri in differenti condizioni di degrado, potenziando così la fornitura e la multifunzionalità dei Servizi Ecosistemici di regolazione, di approvvigionamento e, non ultimo, quelli culturali. Per intraprendere le suddette azioni la Nature Restoration Law propone, tra le altre cose, l'utilizzo dell'indicatore *Tree Cover Density*, fornito gratuitamente dal portale Copernicus *Global Land Service*.
È utile sottolineare come il ripristino ecologico degli ecosistemi terrestri, marini costieri e delle acque dolci richieda competenze di tipo transdisciplinare al fine di considerare in modo integrato la dimensione sociale, quella economica e quella ambientale.

[85] È un indice di vegetazione derivato da dati telerilevati, utilizzato per valutare la densità e la salute della vegetazione. Si basa sulla differenza tra la radiazione riflessa nel vicino infrarosso (NIR), che la vegetazione sana riflette fortemente, e quella nel rosso visibile (RED), che viene invece assorbita. L'indice è calcolato con la formula: NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED). I valori di NDVI variano tra -1 e +1, dove valori prossimi a +1 indicano vegetazione densa e in buona salute, mentre valori prossimi a 0 o negativi indicano suolo nudo, superfici artificiali o corpi d'acqua.

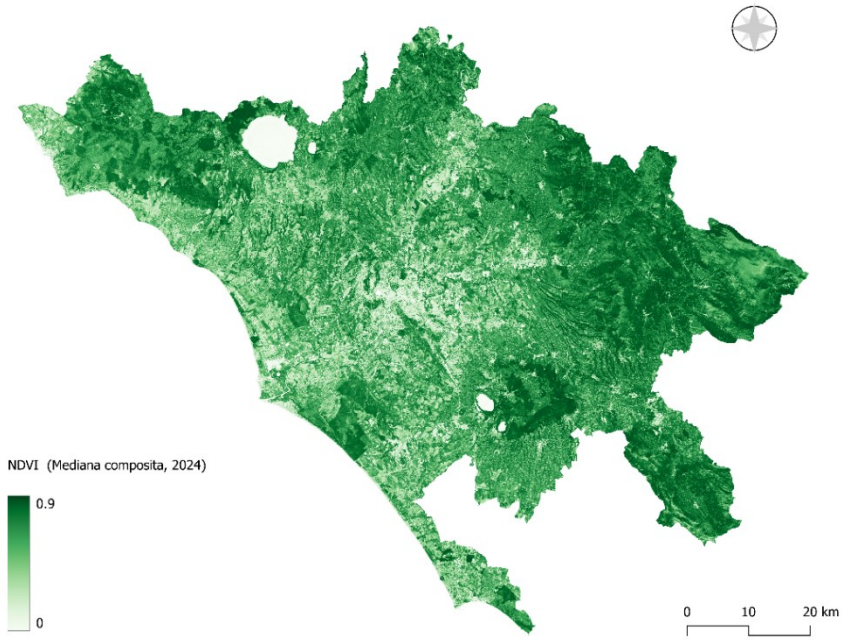


Figura 191. NDVI (mediana composita) anno 2024. I valori negativi non sono mostrati

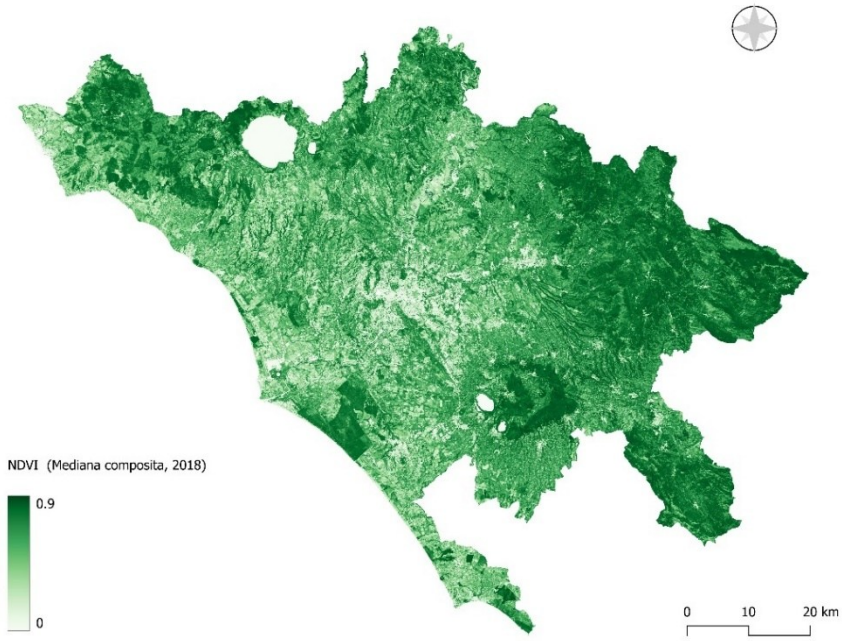


Figura 192. NDVI (mediana composita) anno 2018. I valori negativi non sono mostrati

Tabella 122. Stima della copertura vegetale nella Città Metropolitana di Roma basata sull'indice NDVI

CITTÀ METROPOLITANA DI ROMA								
	Acqua		Vegetazione rada o assente		Copertura vegetale limitata		Copertura vegetale elevata	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
2018	8.354,9	1,56	79.001,5	14,7	201.752,3	37,7	246.621	46,0
2024	7.918,9	1,48	76.575,2	14,3	181.306,1	33,8	270.304	50,4

Tabella 123. Stima della copertura vegetale nel Comune di Roma ottenuta tramite indice NDVI

COMUNE DI ROMA CAPITALE								
	Acqua		Vegetazione rada o assente		Copertura vegetale limitata		Copertura vegetale elevata	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
2018	975,1	0,76	34.139,2	26,6	57.953,0	45,1	35.351,8	27,53
2024	953,6	0,74	33.436,9	26,0	50.608,0	39,3	43.620,1	33,9

LA DINAMICA E IL CONSUMO DI SUOLO NEI TRENT'ANNI DELL'INVENTARIO IUTI

Marco Ottaviano[1], Beatrice Petti[1], Daniela Tonti[1], Michele Munafò[2], Bruno Lasserre[1], Marco Marchetti[3]

[1](Forestry LABs - Dipartimento di Bioscienze e Territorio)
[2](Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)
[3](Dipartimento di Architettura e Progetto, Sapienza Università di Roma)

La dinamica d'uso del suolo, insieme all'urbanizzazione, rappresenta uno dei principali driver di cambiamento a livello globale (Ellis & Romankutty, 2008; Churkina, 2008), alterando gli ecosistemi naturali, i processi ecologici, la conservazione della biodiversità, l'approvvigionamento di servizi ecosistemici e la qualità del suolo (Foley *et al*., 2005; Schroter *et al*., 2005). Questi cambiamenti possono determinare impatti diretti o indiretti sulla qualità della vita (Chiesura, 2004), nonché determinare effetti importanti anche sulla capacità di resilienza degli ecosistemi (Vizzarri *et al*., 2015). Il monitoraggio dei cambiamenti di uso del suolo, insieme all'analisi degli effetti che ne conseguono, è indispensabile per la definizione di politiche di pianificazione dell'uso del suolo e della sua dinamica (Marchetti *et al*., 2015).
Le fonti informative per lo studio e l'analisi dei cambiamenti di uso del suolo sono di due tipi: cartografico-vettoriale e inventariale discreto. Se le fonti cartografiche permettono la più precisa localizzazione spaziale della dinamica d'uso del suolo e l'utilizzo nella modellistica (Sallustio *et al*., 2016) ma con costi elevati, l'approccio inventariale discreto è risultato più vantaggioso per quanto riguarda i minori costi e tempi di aggiornamento (Sallustio *et al*., 2016), nonché per la possibilità di stimare l'accuratezza statistica della strategia di campionamento adottata (Corona *et al*., 2007; Corona, 2010; Sallustio *et al*., 2015). In questo quadro si inserisce l'Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia (IUTI), il quale, pur non permettendo di mappare la percentuale di uso e consumo del suolo come le fonti cartografiche, nel corso del tempo si è dimostrato uno strumento di indagine particolarmente affidabile ed efficace nella stima dei cambiamenti d'uso del suolo, anche e soprattutto per i ridotti tempi di aggiornamento.
Nato come fonte informativa del Registro Nazionale dei Serbatoi di carbonio forestali (Corona *et al*., 2012), per volontà dell'allora Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MAATM), oggi Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), lo scopo principale di IUTI era quello di quantificare e certificare l'assorbimento netto di carbonio in relazione all'uso del suolo. Ad oggi, però, l'inventario si è dimostrato utile per molteplici scopi, tra cui la valutazione dell'effetto delle strategie di pianificazione sulla conservazione della biodiversità (Di Pirro *et al*., 2021), la stima dell'attuale quantità di carbonio organico nei suoli forestali e agroforestali con scenari al 2095 (Caddeo *et al*., 2019), l'analisi della correlazione tra gli incendi e i cambiamenti di uso del suolo, da superfici agricole intensive e pascoli a zone boschive (Ascoli *et al*., 2021), e molto altro.
L'inventario ha un sistema di campionamento stratificato per tasselli, che ha previsto la sovrapposizione al territorio nazionale di una griglia di quadrati di 0,5 km di lato, con l'estrazione casuale di un punto in ciascun quadrato. Il campione iniziale era di 1.206.000 punti, 300.000 circa dei quali sovrapposti a quelli dell'Inventario Forestale Nazionale (INFC). Il vero punto di forza di IUTI, però, si è dimostrato nell'utilizzo dell'1% del campione, per un totale di circa 13.000 punti. Il campione ridotto, infatti, si è dimostrato essere statisticamente affidabile (Pagliarella *et al*., 2016). I recenti aggiornamenti di IUTI sono stati effettuati, quindi, sul campione all'1%.
Nella prima versione della legenda IUTI, le categorie di uso del suolo si basavano sulle sei categorie di GPG-LULUCF: *settlements*, *cropland*, *forest land*, *grassland*, *wetland*, *other lands*). Ad oggi, in seguito ad alcuni aggiornamenti, la legenda ha subito una serie di approfondimenti visibili in Tabella 124. La classe relativa all'urbano non ha subito negli anni approfondimenti tematici; quindi, in questa vengono raggruppati tutti gli usi del suolo riconducibili alle attività antropiche, per la maggior parte superfici

quasi completamente impermeabilizzate. Nell'analisi del consumo di suolo per mezzo di IUTI si deve tener presente del limite tematico di questa classificazione.

Tabella 124. Legenda IUTI versione 2022. In giallo: gli approfondimenti relativi alle classi "2.1" e "2.2.1" integrati nel 2017. In verde: l'implementazione al terzo livello della classe "1.1" avvenuta con l'aggiornamento del 2022.

I Livello	II Livello	III Livello	IV Livello
1 Aree boscate	1.1 Bosco	1.1.1 Bosco sempreverdi 1.1.2 Bosco latifoglie decidue 1.1.3 Bosco latifoglie sempreverdi	
	1.2 Aree boscate temporaneamente prive di soprassuolo		
2 Aree agricole	2.1 Seminativi e altre colture erbacee	2.1.A Seminativi 2.1.B Prati stabili 2.1.C Risaie	
	2.2 Colture arboree	2.2.1 Arboricoltura da frutto e vivai	2.2.1.A Oliveti 2.2.1.B Vigneti 2.2.1.C Agrumeti 2.2.1.D Altri frutteti
		2.2.2 Arboricoltura da legno	
3 Praterie	3.1 Praterie pascoli ed incolti erbacei 3.2 Altre terre boscate		
4 Zone umide ed acque			
5 Urbano			
6 Zone improduttive con vegetazione rada o assente			

Le classi di uso del suolo presenti fin dalla prima versione della tabella non sono evidenziate. Nell'aggiornamento del 2017, per rispondere all'esigenza di realizzare un report per ISMEA (Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare), è stato realizzato un approfondimento delle classi di uso agricole, implementando al terzo livello la classe "Seminativi e altre colture erbacee" (2.1) e al quarto quella delle "Colture arboree" (2.2) (in giallo). Durante l'ultimo aggiornamento del 2022, invece, si è deciso di implementare anche la classe "Bosco" (1.1), portandola al terzo livello di approfondimento (in verde).
I risultati dell'analisi dell'ultimo trentennio (Figura 193), ovvero il periodo dal 1990 al più recente aggiornamento del 2022, ha sostanzialmente confermato i trend già evidenziati a livello nazionale del primo periodo (1990-2008).

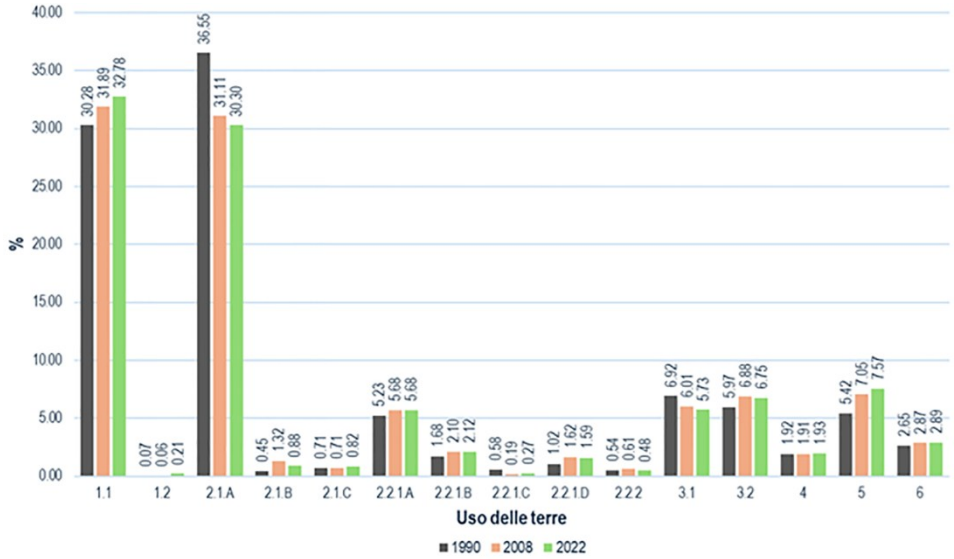


Figura 193. Percentuale di copertura per categoria d'uso delle terre relativa alla superficie nazionale alle tre date: 1990, 2008 e 2022. Per il significato dei codici di uso delle terre, vedi Tabella 124

Ad oggi le superfici forestali (classe 1) hanno nettamente superato, per estensione, le aree agricole a seminativi (2.1), superando i 12 milioni di ettari, con un aumento nell'ultimo trentennio di circa 760.000 ettari. A questo incremento concorrono principalmente tre dinamiche; in ordine di importanza: il passaggio delle altre terre boscate (3.2) in bosco, in linea con la naturale evoluzione dei soprassuoli, ma anche la rinaturalizzazione dei seminativi (2.1.A) e dei pascoli e praterie (3.1), principalmente a causa dell'abbandono dei terreni e della riduzione di alcune attività, tra cui la pastorizia.
In concomitanza al continuo aumento della superficie boscata, si riconferma il trend ormai ben consolidato della progressiva riduzione della superficie agricola. Nonostante l'incremento nel secondo periodo (2008-2022) dell'arboricoltura da frutto (2.2.1), l'agricolo mantiene un saldo complessivo negativo, con la perdita nel corso dell'ultimo trentennio di circa 1.380.000 ettari, soprattutto a scapito dei seminativi. Questo fenomeno è principalmente dovuto all'espansione delle aree urbane, che occupano soprattutto seminativi e in minor quantità i frutteti in pianura, alla maggiore diffusione di agricoltura intensiva, ma anche all'abbandono delle superfici agricole con conseguente ricolonizzazione da parte del bosco, principalmente in collina e montagna. Lo stesso trend si è evidenziato anche per quanto riguarda la classe delle praterie, con una riduzione di circa 126.000 ettari nel trentennio, per successiva ricolonizzazione da parte del bosco a causa della cessazione di pratiche agricole e zootecniche.
La classe dell'urbano nel 1990 si estendeva per circa 1.632.000 ettari, occupando circa il 5,4% del territorio nazionale. Al 2008 l'incremento registrato era pari a circa 492.000 ettari, con una superficie nazionale media urbanizzata pari a circa il 7,1%, con picchi diversi in base all'area geografica. Nell'ultimo aggiornamento IUTI si è registrato un aumento di 650.000 ettari rispetto al 1990, con una superficie urbanizzata pari al 7,6% e un tasso medio di crescita annuo di circa 20.000 ettari, con un leggero rallentamento nel secondo periodo (2008-2022). Come evidenziato in Figura 194, l'espansione delle aree urbanizzate è avvenuta principalmente a scapito delle superfici a seminativo (557.000 ettari), seguite dalle superfici a frutteto (93.000 ettari) e a praterie (25.000 ettari).

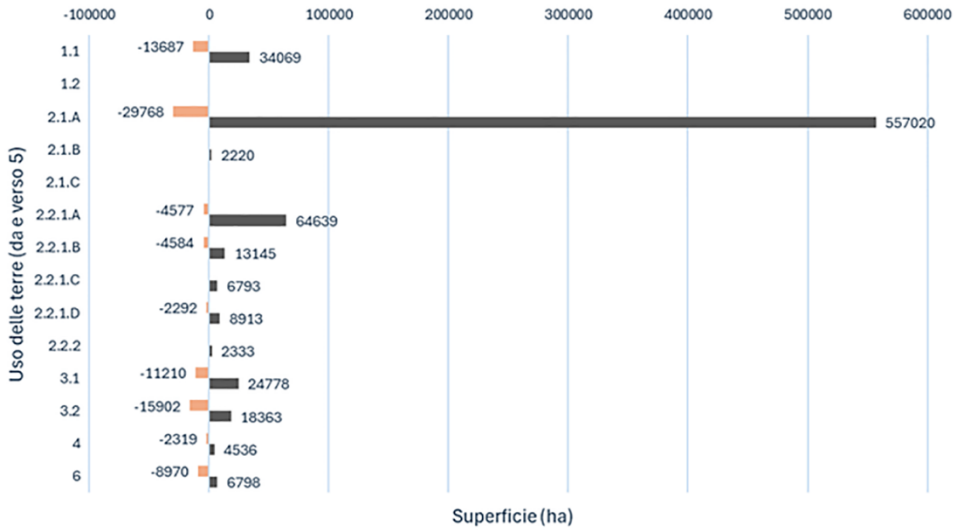


Figura 194. Bilancio (espresso in termini di superficie) delle transizioni da e verso la classe "5 – Urbano" nel periodo 1990-2022. Per il significato dei codici di uso delle terre, vedi Tabella 124

I cambiamenti d'uso del suolo sono stati analizzati anche in relazione alle fasce altimetriche definite dall'ISTAT Tabella 125:

- 0 – 299 m: pianura
- 300 – 599 m: collina
- >600 m: montagna

Tabella 125. Ripartizione della classe "Urbano" (5) per fasce altimetriche

Codice IUTI	Pianura - Fascia 1 (0-299 m)		Collina - Fascia 2 (300-599 m)		Montagna - Fasce 3-8 (>600 m)		Totale	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1990	1.249.288	4,14	234.666	0,78	148.728	0,49	1.632.682	5,42
2022	1.777.947	5,90	311.191	1,03	193.840	0,64	2.282.978	7,57
Saldo	528.659	1,75	76.525	0,25	45.111	0,15	650.296	2,16

Analizzando la dinamica per fasce altimetriche è evidente che la maggior parte della classe urbano sia concentrata nella fascia pianeggiante, che ha anche registrato l'aumento più significativo nell'arco del trentennio (+42,3%). Tale incremento si aggira intorno ai 529.000 ettari, arrivando ad una superficie complessiva di quasi 1.778.000 ettari. Sia in collina che montagna l'urbano ha registrato un incremento relativo percentuale simile, circa 77.000 ettari (+32,3%) in collina, raggiungendo una superficie complessiva di circa 311.000 ettari, e circa 45.000 ettari (+30,3%) in montagna, raggiungendo una superficie complessiva di quasi 194.000 ettari.

I trend osservati confermano le dinamiche legate al fenomeno della costante crescita dell'urbanizzazione, risultato di dinamiche sociali, economiche e di scelte politiche legate alla pianificazione territoriale. Questo si traduce in rilevanti dinamiche demografiche: circa la metà della popolazione italiana risiede nelle aree di pianura, le quali rappresentano solo il 23,2% del territorio nazionale, e un terzo vive all'interno delle 14 città metropolitane, che occupano appena il 15% della superficie del Paese. Questa concentrazione abitativa contribuisce all'espansione progressiva delle periferie urbane, con

un'intensa attività edilizia residenziale, commerciale e produttiva, spesso a discapito delle zone agricole periurbane (Munafò, 2023). A ciò si aggiunge l'aumento delle superfici improduttive e una crescente frammentazione del paesaggio, dovuta proprio alla progressiva conversione del suolo agricolo in superfici artificiali (Tassinari, 2012). L'*urban sprawl*, in costante espansione, accentua ulteriormente questi fenomeni, determinando un consumo di suolo non proporzionato alla crescita demografica e causando la perdita di ecosistemi agricoli e naturali, un incremento delle emissioni climalteranti, l'innalzamento delle temperature urbane e numerosi altri impatti ambientali negativi (Munafò, 2023).
Un altro fenomeno ancora attuale, iniziato negli anni '50 (Santoro & Piras 2023), è lo spopolamento delle aree montane, con conseguente ricolonizzazione di queste aree da parte del bosco. Dal 2011 al 2019, la popolazione residente in queste aree si è ridotta di circa il 2,2% (ISTAT, 2020); nonostante questa tendenza, la classe di uso del suolo urbano nella fascia montana è in crescita.

IL CONTRIBUTO DEI PARCHI NAZIONALI AL BENESSERE UMANO: UN FOCUS SUL PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO, LAZIO E MOLISE E SUL PARCO NAZIONALE DEL CILENTO E VALLO DI DIANO

Davide Marino[1], Antonio Barone[1], Palmieri Margherita[2], Angelo Marucci[1], Silvia Pili[1]

[1](Università del Molise)
[2](Independent researcher)

Negli ultimi decenni, la crescita economica ha comportato un significativo aumento della domanda di servizi ecosistemici (SE) a livello globale, spinta prevalentemente dai modelli di produzione e consumo (Marino et al., 2023; Wu et al., 2019). Questa crescente pressione ha contribuito al progressivo depauperamento delle risorse naturali, compromettendo la capacità degli ecosistemi di fornire beni e servizi essenziali al benessere umano (Steffen et al., 2023; Marino et al., 2023). Tra i principali fattori responsabili di tali dinamiche si annoverano i cambiamenti climatici, le trasformazioni socio-demografiche, le pressioni antropiche e l'espansione urbana incontrollata (Keck et al., 2025), che alterano la struttura e la funzionalità degli ecosistemi, compromettendone la capacità di generare SE (Petroni et al., 2022; Kalinauskas et al., 2024). In questo contesto, lo studio dei cambiamenti nell'uso e nella copertura del suolo (LULC) assume un ruolo centrale per comprendere le interazioni tra le componenti ambientali, sociali ed economiche, e per analizzare i processi che influenzano il capitale naturale (Petrosillo et al., 2010; Astiaso Garcia et al., 2013). La necessità di quantificare e valorizzare i SE, integrandoli negli strumenti di pianificazione territoriale e nelle politiche settoriali, è evidenziata anche dalla Strategia dell'UE sulla Biodiversità per il 2030 e dalle "Linee guida dell'UE per l'integrazione degli ecosistemi e dei loro servizi nei processi decisionali" (SWD (2019) 305 final). Numerosi studi scientifici mettono in relazione i cambiamenti dell'uso del suolo con la fornitura dei SE (Marino et al., 2025; Palmieri et al., 2025; Malandra et al., 2018; Petroni et al., 2022). I processi di trasformazione del territorio interessano anche le aree protette, deputate alla tutela della biodiversità e del capitale naturale. Secondo il rapporto ISPRA (2024), nel 2023 il consumo di suolo ha raggiunto 58.600 ettari, pari all'1,9% della superficie complessiva tutelata dall'Elenco Ufficiale delle Aree Protette (EUAP), con un incremento di circa 70 ettari rispetto al 2022. Particolarmente colpiti risultano i parchi nazionali, che concentrano oltre il 90% del nuovo consumo rilevato, in particolare il Parco Nazionale del Vesuvio e il Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano, che ha registrato l'incremento maggiore nel 2023 (+10,5 ha). Questi dati sono in linea con le evidenze riscontrate dalla letteratura scientifica circa le pressioni antropiche nelle aree protette e il rischio di frammentazione degli habitat naturali (Astiaso Garcia et al., 2013; Kalinauskas et al., 2024). In questo quadro, i parchi nazionali, in quanto aree a elevata naturalità, costituiscono contesti privilegiati per analizzare le trasformazioni in atto. In bibliografia vi sono diversi studi che sottolineato come la governance e pianificazione spaziale basate sulla mappatura dei SE siano fondamentali per salvaguardare la capacità delle aree protette di fornire benefici nel breve e nel lungo periodo (Petrosillo et al., 2010; Petroni et al., 2022; Kalinauskas et al., 2024). Il presente contributo, attraverso l'analisi del LULC tra il 1960 e il 2018, di due parchi nazionali — il Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise (PNALM) e il Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano (PNCvD) — evidenzia come dinamiche socio-economiche influiscono sulla capacità di tali aree di erogare SE. A tal fine abbiamo associato coefficienti biofisici ed economici di fornitura potenziale dei SE alle classi di uso del suolo e analizzato le relative variazioni.

A partire da studi precedenti (Marino et al., 2023) l'approccio metodologico si è basato sull'elaborazione dei dati storici relativi all'uso del suolo provenienti da tre fonti: la cartografia del Touring Club Italiano (1960), il database Corine Land Cover (CLC) relativo inerente agli aggiornamenti del 1990 e al 2018. I dati di uso del suolo al III livello della classificazione gerarchica CLC, sono stati aggregati in 9 macro-

classi (Figura 195): (i) urbano, (ii) seminativi, (iii) vigneti, frutteti e uliveti, (iv) pascoli, (v) agricolo eterogeneo, (vi) boschi, (vii) arbusteti, (viii) vegetazione rada, (ix) aree umide e corpi d'acqua. Ad ogni macro-classe sono stati attribuiti coefficienti biofisici ed economici derivanti da fonti di letteratura scientifica e riguardanti i seguenti SE: fornitura di prodotti agricoli, di foraggio, di legname e di funghi, regolazione del clima, purificazione dell'aria e dell'acqua, ricarica della falda, protezione dall'erosione e mitigazione delle alluvioni. Al fine di ottenere una stima comparativa dei cambiamenti nella fornitura potenziale e nel valore economico dei SE, i coefficienti originali sono stati ponderati tenendo conto della composizione specifica di ciascun parco in ciascun anno di riferimento e, infine, ne sono stati considerati i valori medi per ciascun SE in ciascun parco.

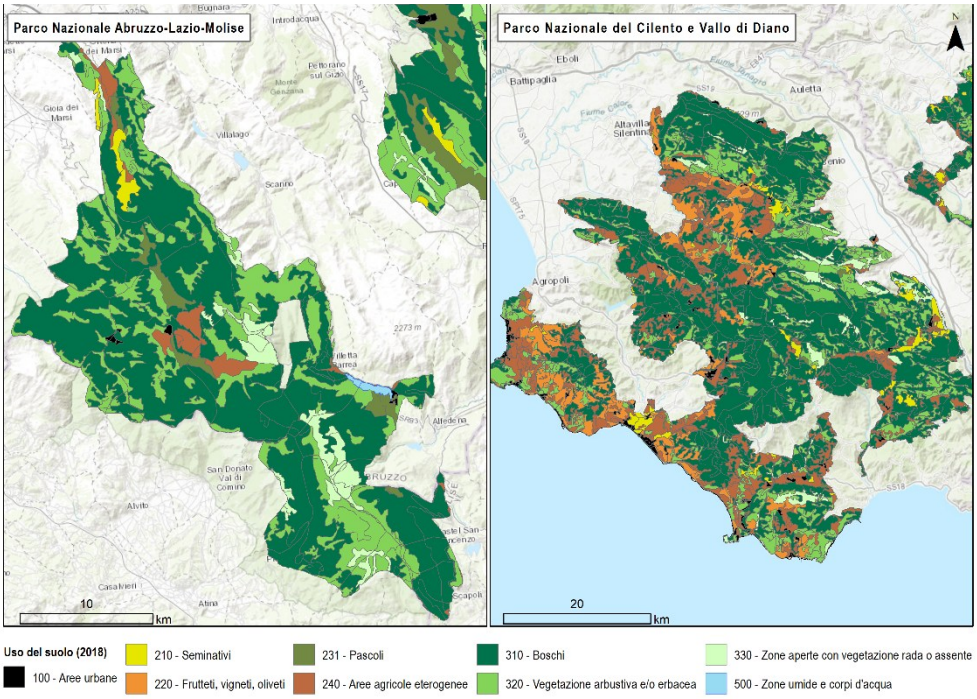


Figura 195. Macro-classi di uso del suolo nei due parchi (CLC 2018)

Tra il 1960 e il 2018 (Tabella 126) i territori dei parchi indagati hanno subito profonde trasformazioni nell'uso del suolo, che riflettono dinamiche ecologiche e socio-economiche comuni alle aree interne dell'Appennino. Nel 1960, il paesaggio del PNALM era dominato da superfici boschive (53%) e da arbusteti (34%), con una presenza minore di seminativi (11%). Il Parco del Cilento mostrava invece una prevalenza di arbusteti (38%) e boschi (25%), con una quota agricola pari al 16%, suddivisa tra aree agricole permanenti (10%) e seminativi (6%). A partire dal 1990 in entrambi i parchi si osserva una netta contrazione delle superfici agricole, in particolare dei seminativi, che nel PNALM si riducono fino a rappresentare solo l'1% della superficie. Complessivamente tra il 1960 e il 2018, entrambi i parchi registrano tendenze coerenti: diminuiscono progressivamente i seminativi, le aree agricole eterogenee e gli arbusteti, mentre aumentano le superfici boschive e quelle con vegetazione rada. Questi cambiamenti hanno influenzato anche i SE forniti dai due parchi (Figura 196). Nel PNALM si è registrata una riduzione del valore complessivo della produzione agricola e di foraggio, ma al contempo sono aumentati servizi come la purificazione dell'aria, la fornitura di legname e la mitigazione delle alluvioni.

Negli anni più recenti, le variazioni si sono fatte più contenute, ma si rileva una lieve ripresa della produzione agricola e un incremento della capacità di ricarica della falda. La variazione economica dei SE nel Parco del Cilento segue una traiettoria simile a quella del PNALM: diminuiscono i SE di approvvigionamento mentre aumentano quelli di regolazione come la purificazione dell'aria e la ricarica della falda. L'evoluzione del paesaggio in entrambi i parchi, dunque, non solo riflette cambiamenti d'uso del suolo, ma segnala anche una transizione nei benefici ecosistemici offerti, orientata sempre più verso servizi di regolazione e supporto ecologico, a scapito dei servizi produttivi tradizionalmente associati all'agricoltura.

Tabella 126. Copertura percentuale delle macro-classi di uso e copertura del suolo tra 1960-2018 dei Parchi Nazionali indagati

	PNCVD			PNALM		
	1960	2018	variazione	1960	2018	variazione
Suoli artificiali	0,5	1,2	+0,8	0,1	0,2	+0,1
Seminativi	5,9	2,3	-3,6	11,4	1,1	-10,3
Colture permanenti	9,8	8,7	-1,1	0,0	0,0	0,0
Pascoli	0,2	0,5	+0,2	1,2	2,6	+1,4
Zone agricole eterogenee	19,4	14,7	-4,7	0,1	3,3	+3,2
Boschi	24,9	52,5	+27,6	52,8	59,6	+6,9
Vegetazione arbustiva e/o erbacea	37,8	17,1	-20,6	33,9	27,2	-6,7
Vegetazione rada o assente	1,5	2,9	+1,4	0,0	5,6	+5,5
Zone umide e corpi d'acqua	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0

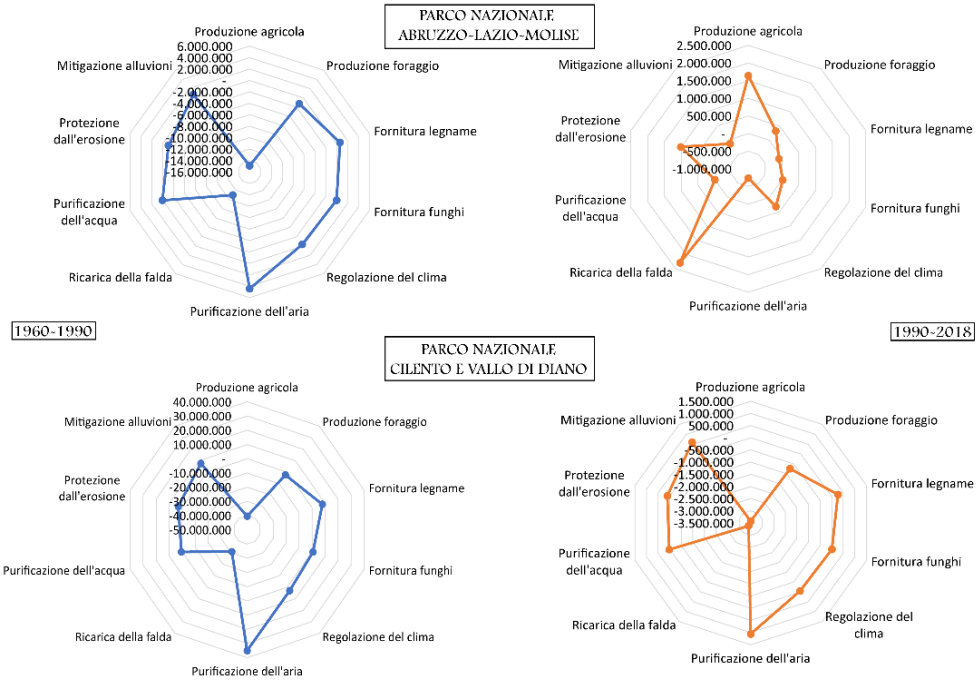


Figura 196. Variazione del valore (€) dei SE negli intervalli 1960-1990 e 1990-2018 nei due parchi nazionali

I cambiamenti osservati nell'uso del suolo nei due parchi nazionali riflettono una dinamica comune a molte aree interne italiane: l'abbandono progressivo delle attività agricole, in particolare dei seminativi, e l'espansione spontanea della copertura forestale. Questi cambiamenti, più evidenti tra il 1960 e il 1990, hanno determinato una ridistribuzione dei SE forniti dai territori. L'impatto più evidente riguarda i servizi di approvvigionamento, il cui valore economico ha subito una riduzione significativa: circa 19 milioni di euro nel PNALM e 38 milioni nel Cilento. A fronte di questa perdita, si registra però un aumento dei servizi di regolazione, come la purificazione dell'aria, la mitigazione del rischio idrogeologico e la ricarica delle falde acquifere, con un guadagno stimato rispettivamente in 5 milioni e 16 milioni di euro. Questo riequilibrio tra funzioni produttive e regolative segnala un cambiamento nel ruolo ecologico del paesaggio: da sistema a prevalente uso agricolo a ecosistema orientato alla stabilità ambientale e alla fornitura di benefici diffusi e duraturi. Tuttavia, queste stime economiche rappresentano una valutazione parziale. Manca una componente fondamentale: i SE culturali, che comprendono valori immateriali legati alla bellezza del paesaggio, alla fruizione turistica, all'identità locale e alla dimensione educativa. Nei contesti protetti, questi servizi rivestono spesso un'importanza pari, se non superiore, a quelli materiali, e la loro esclusione comporta una sottostima del capitale naturale reale. Emerge dunque la necessità di adottare una mappatura sistematica e integrata dei SE a scala nazionale, accompagnata dalla valutazione del loro valore economico. Queste informazioni sono fondamentali per informare le politiche pubbliche, migliorare la pianificazione territoriale e rendere operativi gli impegni assunti a livello europeo, come l'integrazione del valore del capitale naturale nei sistemi di contabilità nazionale. In quest'ottica, si rende necessario anche promuovere strumenti economici innovativi, come i Pagamenti per i Servizi Ecosistemici (PES), che consentono di riconoscere e remunerare le attività che generano benefici ambientali collettivi. Tali strumenti possono rappresentare un'opportunità concreta per valorizzare l'evoluzione naturale dei paesaggi post-agricoli, incentivare buone pratiche di gestione e costruire nuovi modelli di sviluppo sostenibile nelle aree protette. In conclusione, i cambiamenti d'uso del suolo documentati nei due parchi vanno interpretati non solo come perdita di funzioni produttive, ma come l'avvio di un nuovo equilibrio ecologico, ricco di potenzialità per la conservazione, la resilienza ambientale e il benessere delle comunità locali. Integrare la valutazione e la misurazione dei SE nei processi decisionali rappresenta un passaggio cruciale per orientare le scelte di gestione del territorio verso modelli più consapevoli, equi e sostenibili, in linea con le raccomandazioni internazionali sulla contabilità del capitale naturale (MEA, 2005).

STRUMENTI OPERATIVI DI SUPPORTO ALLE PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI PER IL MONITORAGGIO DELL'ISOLA DI CALORE URBANA TRAMITE SATELLITI: LA WEB APP DEL PROGETTO MIRIFICUS

Gennaro Albini, Giulia Guerri, Alfonso Crisci, Marco Morabito per conto del gruppo di lavoro MIRIFICUS[1]

[1] il gruppo di lavoro MIRIFICUS è composto da Gennaro Albini, Giulia Guerri, Alfonso Crisci, Marco Morabito (CNR-IBE), Alessandra Casali, Angela Cimini, Luca Congedo, Arnaldo Angelo de Benedetti, Marina Funaro, Stefano De Corso, Pasquale Dichicco, Michele Munafò (ISPRA).

Microclima urbano e consumo di suolo

Negli ultimi decenni, il cambiamento climatico ha determinato un aumento significativo della frequenza, intensità e durata delle ondate di calore, rendendo l'esposizione alle elevate temperature una delle principali minacce ambientali per la salute pubblica. A differenza di altri eventi climatici estremi, come alluvioni o uragani, il caldo manca di quella "spettacolarità distruttiva" che caratterizza invece altri fenomeni e non lascia segni evidenti sul territorio, agendo invece in modo subdolo e progressivo sul corpo umano e colpendo in particolare le fasce più fragili della popolazione. Per questo motivo, viene sempre più spesso definito un "killer silenzioso" (*silent killer*), causando ogni anno migliaia di vittime dovute a colpi di calore, malattie respiratorie o all'aggravarsi di patologie preesistenti (Luthi *et al*., 2023; Simpson *et al*., 2025) o infortuni sul lavoro (Marinaccio *et al*., 2025).

La pianificazione e la gestione sostenibile del territorio urbano sono di estrema importanza in virtù delle sfide ambientali di questo momento storico come l'estremizzazione dei fenomeni meteo-climatici di cui le città sono tra i sistemi più colpiti e vulnerabili (IPCC, 2022). É, dunque, di fondamentale importanza il continuo monitoraggio di questi ambienti e il reperimento di dati e informazioni utili a supportare la programmazione, da parte delle amministrazioni locali, di interventi volti a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici negli ambienti urbani.

Tra questi, il surriscaldamento delle aree urbane, condizionato dal fenomeno microclimatico dell'isola di calore urbana, richiede sempre maggiore attenzione per gli effetti negativi che arreca alla salute delle persone e alla vivibilità delle nostre città (WHO, 2021). Più del 50% della popolazione mondiale e circa il 70% di quella italiana vive in contesti urbani, dove l'alta densità abitativa ha comportato una crescita progressiva e spesso incontrollata delle aree urbane, con la conseguente trasformazione dei suoli naturali e semi-naturali in superfici artificiali impermeabili, in maniera reversibile o, spesso, permanente. In questo contesto, il consumo del suolo, che in Italia si attesta oltre ai 2 m^2 al secondo, equivalenti a quasi 20 ha al giorno (Munafò, 2024), continua ad essere un fenomeno che impatta significativamente gli ambienti urbani con effetti sull'ambiente, l'economia, la salute delle persone e in generale la biodiversità.

In particolare, l'abbondanza in città di superfici impermeabili, costituite da materiali quali asfalto e cemento, determina un surriscaldamento a livello locale, esaltato soprattutto in estate, e che aggrava ulteriormente l'effetto di fenomeni meteo-climatici estremi come le ondate di calore, oltre ad aggravare altri fenomeni in seguito al ruscellamento e all'incapacità delle pavimentazioni urbane di gestire le precipitazioni che in città possono essere particolarmente intense e improvvise.

Il consumo del suolo alimenta il fenomeno dell'isola di calore urbana (Morabito *et al*., 2021) il cui effetto principale è quello di aumentare le temperature urbane, intensificando i fenomeni di caldo intenso e persistenti, come le ondate di calore. Da fenomeno circoscritto ai centri urbani, l'isola di calore urbana, si è estesa, in diverse città, anche verso le zone semicentrali e periferiche, determinando la formazione di veri e propri arcipelaghi di calore (Guerri *et al*., 2022), ovvero zone significativamente calde e sparse all'interno dei territori comunali e non limitati esclusivamente alle zone centrali ma estese in modo più

o meno uniforme su tutta la città. É quindi estremamente importante supportare le pubbliche amministrazioni nella pianificazione territoriale, in particolare mettendo a disposizione strumenti e dati per individuare le zone che maggiormente necessitano di interventi di mitigazione delle alte temperature urbane e dei fenomeni di caldo intenso.

Il progetto MIRIFICUS a supporto delle pubbliche amministrazioni

In questo contesto nasce il progetto MIRIFICUS "Monitoraggio degli Interventi di RIForestazione per l'Isola di Calore Urbana tramite i Satelliti", supportato e finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e coordinato dall'Istituto per la Bioeconomia (IBE-CNR) di Firenze in collaborazione con l'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA) e il coinvolgimento delle amministrazioni territoriali del comune di Firenze, Roma Capitale e dell'Associazione Nazionale dei Comuni Italiani (ANCI).

Il progetto MIRIFICUS mira alla caratterizzazione della distribuzione e della densità degli elementi che influenzano l'Intensità dell'Isola di Calore Superficiale (SUHI). Attraverso l'utilizzo dei dati satellitari, MIRIFICUS intende indagare e quantificare il fenomeno SUHI a livello nazionale al fine di valutare l'efficacia di interventi di riforestazione urbana nelle aree maggiormente a rischio per le elevate temperature.

L'obiettivo principale del progetto è quello di promuovere un attivo coinvolgimento delle pubbliche amministrazioni nello sviluppo di strategie e interventi di riforestazione urbana utili a mitigare il fenomeno della SUHI, sulla base delle informazioni elaborate per comprendere e valutare il fenomeno. A questo proposito è stata sviluppata una web-app utilizzando la piattaforma di Google Earth Engine (GEE), fruibile gratuitamente, contenente tutte le informazioni relative allo studio sul fenomeno SUHI e sugli indicatori coinvolti, a livello nazionale e per i venti capoluoghi di regione italiani, al fine di fornire un valido supporto alle decisioni strategiche delle amministrazioni locali (Guerri *et al*., 2024; Albini *et al*., 2025).

La piattaforma GEE come strumento operativo

Google Earth Engine (GEE) è una piattaforma cloud-based progettata per l'analisi e la visualizzazione di dati geospaziali su scala globale. Offre un'infrastruttura capace di gestire ed elaborare grandi volumi di dati satellitari in modo rapido e interattivo. Le web-app basate su GEE, come quella realizzata nell'ambito del progetto MIRIFICUS, permettono di costruire interfacce personalizzate e accessibili tramite browser, che consentono agli utenti di visualizzare mappe tematiche, esplorare serie temporali e scaricare dati in maniera gratuita e accessibile anche ai non esperti. Ulteriori informazioni della GEE App sviluppata sono visionabili sulla piattaforma Zenodo (Guerri et al., 2025),

Collegandosi alla GEE App, liberamente accessibile al seguente link: https://ee-mirificusproject.projects.earthengine.app/view/mirificus25, è possibile visualizzare e interrogare i vari strati informativi relativi allo studio sull'isola di calore superficiale e sugli indicatori associati a questo fenomeno a livello nazionale e con un focus specifico sui venti capoluoghi di regione.

Nella piattaforma sono presenti tre schede:

- la mappa satellitare dove è possibile osservare a livello nazionale e locale, i layer dei risultati relativi all'indagine sul fenomeno SUHI.
- Il pannello con l'elenco dei layer tematici presenti e selezionabili, sia a scala nazionale che locale, ognuno dei quali provvisto di legenda.
- Il pannello con i valori della temperatura superficiale media a livello stagionale per ogni punto presente sul territorio nazionale, che è possibile ottenere selezionando col cursore un punto sulla mappa satellitare.

Nel riquadro della mappa satellitare è possibile visualizzare i layer selezionati e anche sfruttare una serie di comandi come, ad esempio, lo zoom-in e zoom-out, o la trasparenza dei vari layer sovrapposti.
La seconda scheda della piattaforma funge da pannello di controllo dei layer tematici, permettendo all'utente di selezionare e visualizzare diversi dataset. Nell'elenco del secondo pannello, sono riportati i layer geospaziali elaborati nell'ambito delle attività del progetto MIRIFICUS, sia a scala nazionale che per i venti capoluoghi di regione. I layer sono suddivisi a livello di scala di indagine: è possibile visualizzare nell'elenco prima i prodotti a scala nazionale su copertura e consumo suolo, NDVI e temperatura superficiale e, di seguito, gli elaborati per i capoluoghi di regione sul fenomeno SUHI.
Per ognuno dei layer presenti nell'elenco, selezionando il quadrante di riferimento, è possibile vedere la sua distribuzione o intensità, a seconda dell'elaborato, nella mappa satellitare.
È possibile inserire anche i confini amministrativi dei capoluoghi di regione selezionandoli dal menu generale o dal pannello dei layer, scegliendo il comune desiderato.
Il terzo pannello di interrogazione puntuale dei dati termici restituisce, cliccando su un punto qualsiasi della mappa satellitare, i valori della temperatura superficiale media stagionale relativi al punto selezionato, sulla base dei dati elaborati.
Nello specifico, accedendo all'applicazione è possibile visualizzare, consultare e interrogare in modo dinamico i diversi strati informativi prodotti dall'analisi delle isole di calore urbane e delle anomalie termiche superficiali estive, con dettaglio a scala comunale. L'interfaccia semplice e intuitiva, accessibile da qualsiasi browser, garantisce una consultazione diretta, interattiva e trasparente dei dati. La riproducibilità del metodo adottato, unita alla fruibilità dei risultati sia in ambienti GIS professionali (come ArcGIS e QGIS) sia in applicazioni GEE online, ne ha permesso l'impiego operativo nei processi di pianificazione urbana e ambientale, rafforzando un approccio evidence-based nella gestione delle vulnerabilità climatiche.
In particolare, tali strumenti digitali consentono di:

- Individuare con precisione le aree urbane maggiormente esposte ad anomalie termiche;
- Supportare la programmazione e localizzazione degli interventi di mitigazione, come la forestazione urbana, l'incremento delle superfici permeabili o l'uso di materiali riflettenti;
- Monitorare nel tempo l'efficacia delle politiche ambientali e progettuali, attraverso confronti tra condizioni pre e post-intervento;
- Promuovere la condivisione dei dati e il dialogo tra enti pubblici, tecnici e cittadini, rafforzando la governance climatica locale.

In sintesi, l'integrazione di GEE e delle Web App interattive nei flussi di lavoro tecnico-amministrativi costituisce un'importante innovazione metodologica e operativa, in grado di favorire una gestione più consapevole, trasparente ed efficace delle sfide climatiche urbane.

Scala nazionale
L'applicazione sviluppata in GEE consente all'utente di poter scegliere e visualizzare le informazioni elaborate per tutto il territorio nazionale. I layer geospaziali sviluppati a scala nazionale riguardano i risultati degli elaborati relativi alla temperatura superficiale estiva, copertura e consumo suolo, indice estivo NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).
Nell'ordine, i dati sul consumo e sulla copertura del suolo forniscono informazioni sulle superfici abiotiche artificiali (integrando la cartografia del suolo consumato), copertura erbacea, arborea e i corpi idrici. Queste elaborazioni sono state prodotte adottando una metodologia di recente sviluppo (De Fioravante *et al*., 2021), che è stata applicata alle immagini multispettrali dei satelliti Sentinel-1 e 2 del programma europeo Copernicus, con una risoluzione di 10 m e relativamente agli anni 2018-2022.
É possibile, dunque, selezionare il layer di interesse dalla piattaforma per vedere la sua distribuzione spaziale a livello dell'intero territorio nazionale.

Il secondo layer presente a livello nazionale è l'indice NDVI, che rappresenta un importante indicatore negli studi volti ad indagare il fenomeno SUHI (Guha *et al*., 2018), in quanto fornisce informazioni sullo stato di salute della copertura vegetale. La mappa di NDVI è stata ottenuta dalle immagini multispettrali acquisite dal satellite Sentinel-2 con una risoluzione di 10 m e per il periodo estivo 2015-2023. L'indice NDVI è compreso tra i valori da -1 a 1, dove i valori più prossimi ad 1 indicano la massima densità possibile di foglie verdi, ovvero la massima presenza di vegetazione sana.
Il terzo indicatore presente e consultabile a scala nazionale è quello relativo alla distribuzione spaziale della temperatura superficiale (TS) media estiva per il decennio 2013-2023 (Figura 197). La TS terrestre rappresenta un importante parametro geofisico del comportamento termico, impiegato in numerosi studi per la valutazione degli effetti dell'isola di calore urbana (Guha *et al.,* 2018; Guerri *et al.,* 2021). La mappa della temperatura superficiale terrestre è stata ottenuta dalle immagini satellitari Landsat 8 e 9 e MODIS delle missioni NASA con risoluzione spaziale di 60 m per il periodo estivo di giugno, luglio ed agosto. Selezionando dunque il layer della TS compreso tra i valori di 1 °C e 55 °C, è possibile osservare l'andamento termico superficiale su tutto il territorio nazionale.

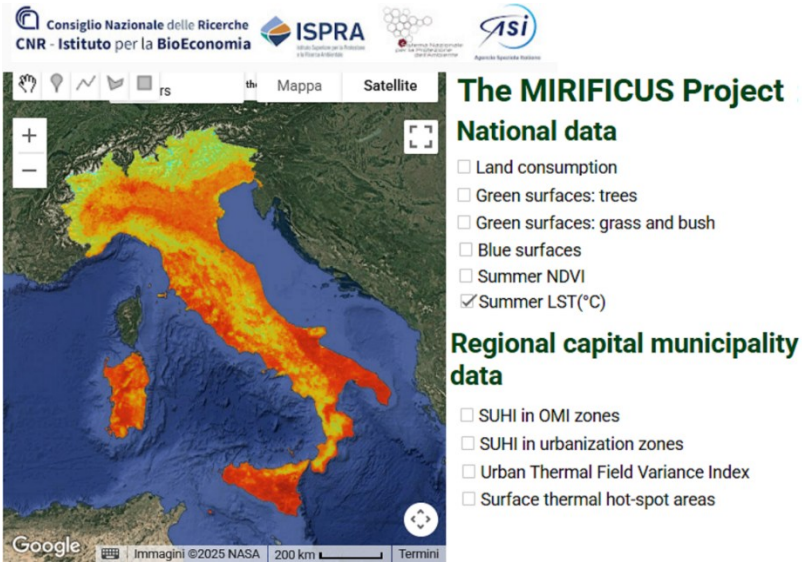


Figura 197. Panoramica dell'applicazione GEE sviluppata nell'ambito del progetto MIRIFICUS, con l'elenco dei prodotti ottenuti per l'indagine del fenomeno SUHI, a scala nazionale e per i venti capoluoghi di regione. Nell'immagine è riportata la Temperatura Superficiale (TS) elaborata per l'intero territorio nazionale.

Scala dei capoluoghi di regione
La seconda serie di indicatori presenti nella piattaforma GEE ha un focus più specifico a livello dei venti capoluoghi di regione italiani. In particolare, è possibile consultare i risultati ottenuti dall'indagine per valutare il fenomeno SUHI insieme agli indicatori coinvolti in questo fenomeno, ovvero, l'analisi delle anomalie termiche superficiali (hot e cool-spot) e l'indice *Universal Climate Field Variance Index* (UTFVI, Figura 198).
Utilizzando il layer sulla TS media estiva è stato possibile quantificare la distribuzione spaziale della TS a livello dei venti comuni capoluogo di regione, al fine di valutare il fenomeno SUHI.
Nella piattaforma è possibile consultare ed osservare il fenomeno SUHI descritto mediante due differenti metodologie adottate:

- Metodologia OMI, basata sulla valutazione del fenomeno SUHI in senso classico, ovvero valutando la differenza della TS tra il centro delle città e le aree esterne al centro. Questa metodologia si è avvalsa del database dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI), che classifica le città in fasce urbane secondo una precisa configurazione spaziale e urbanistica (Festa, 2025).
- Metodologia ISPRA, utilizzata per valutare la relazione tra consumo suolo e andamento termico delle superfici, quantificando la TS media tra aree urbanizzate, con maggiore densità di consumo suolo, e aree meno urbanizzate. In questa metodologia è stato utilizzato il database ISPRA sulla densità del consumo del suolo a livello comunale, che suddivide le città in tre soglie differenti di urbanizzazione (aree urbana, suburbana e rurale) (Munafò, 2023).

L'analisi delle anomalie termiche superficiali (ovvero delle aree hot e cool-spot) è stata condotta a livello dei venti capoluoghi di regione, utilizzando una metodologia di autocorrelazione spaziale locale, attraverso l'indice Getis-Ord Gi*, integrato nel tool "Hot-spot analysis" di ArcGis (Mavrakou *et al*., 2018; Guerri *et al*., 2021). Questo metodo rileva cluster termici statisticamente significativi (hot e cool-spot), analizzando la distribuzione spaziale della TS rispetto alle aree circostanti, mediante un raggio di ricerca proporzionale alla risoluzione del dato satellitare. Selezionando il layer relativo alle anomalie termiche superficiali è possibile osservare la distribuzione nel territorio comunale delle aree hot e cool-spot per ogni capoluogo di regione.

L'indice di intensità ecologica della SUHI, l'Urban Thermal Field Variance Index (UTFVI), è stato calcolato per quantificare l'impatto della temperatura superficiale sulla qualità della vita e per procedere alla valutazione ecologica delle condizioni termiche urbane estive (Liu e Zhang, 2011). Questo indice distingue sei classi di valutazione ecologica e di intensità del fenomeno SUHI, da assente a molto forte (Vimayak *et al*, 2022). Selezionando questo layer è possibile valutare l'intensità ecologica del fenomeno SUHI a livello del territorio comunale, in base alle sei classi di intensità, descritte in legenda.

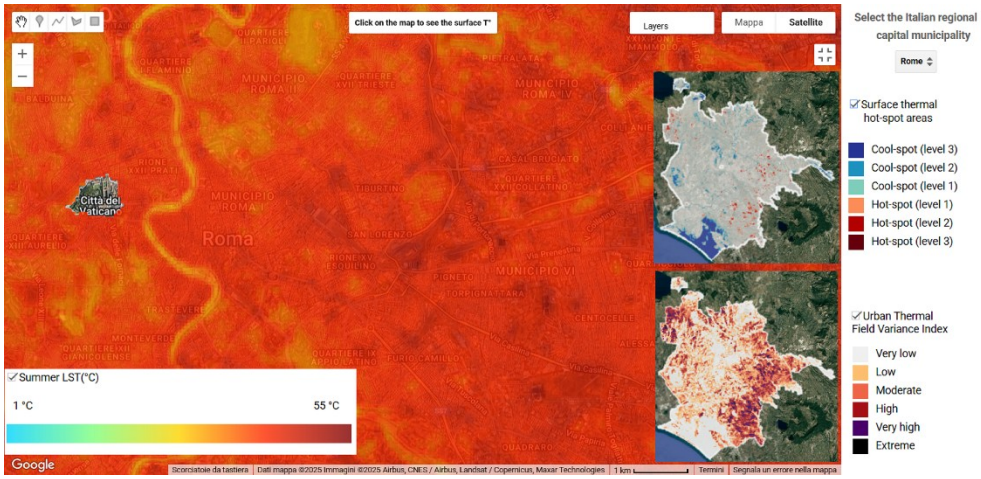


Figura 198. Dettaglio sul comune di Roma del layer della temperatura superficiale estiva. A destra, gli elaborati presenti sulla piattaforma GEE delle anomalie termiche superficiali e dell'indice di UTFVI del comune di Roma.

Sviluppi applicativi e prospettive future

I prodotti sviluppati dal progetto MIRIFICUS potranno essere efficacemente utilizzati come basi informative a supporto della normativa vigente e della pianificazione comunale e metropolitana, fornendo dati georiferiti, comparabili e aggiornabili da integrare in una pluralità di strumenti di governance territoriale e ambientale. In particolare, le mappe tematiche sull'isola di calore urbana e le anomalie termiche superficiali rappresentano un patrimonio informativo strategico per vari strumenti decisionali, quali:

- PAESC (Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima): per la localizzazione e la prioritizzazione degli interventi di adattamento, come la forestazione urbana, la creazione di corridoi verdi e l'impiego di materiali riflettenti. Un esempio applicativo è rappresentato dal Comune di Prato, dove la mappatura delle anomalie termiche superficiali è stata integrata direttamente nei sistemi informativi a supporto del PAESC, ottimizzando la pianificazione territoriale in chiave climatica.
- Piani del Verde urbano: nel caso di Firenze, le analisi termiche supportano la definizione di nuove strategie per l'incremento della copertura vegetale in aree critiche, contribuendo a una progettazione del verde pubblico più mirata e funzionale agli obiettivi di mitigazione climatica.
- Strumenti urbanistici generali e attuativi: come supporto alla definizione di zonizzazioni climaticamente consapevoli, standard minimi di verde urbano e criteri progettuali per la resilienza climatica degli spazi pubblici e privati.

I risultati di MIRIFICUS potranno favorire un allineamento strutturato tra osservazione scientifica, pianificazione territoriale e normativa tecnica, contribuendo alla costruzione di politiche pubbliche coerenti e sinergiche con gli obiettivi del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC). Questi strumenti trovano applicazione diretta in esperienze operative con le amministrazioni comunali, come quelle avviate a Roma e Firenze, dove i dati sono stati utilizzati per:

- localizzare in modo oggettivo gli interventi di forestazione urbana;
- valutare l'efficacia ex-ante ed ex-post delle trasformazioni pianificate o realizzate;
- monitorare l'evoluzione temporale delle anomalie termiche, anche tramite confronti annuali.

Una delle principali evoluzioni previste riguarda l'integrazione dei dati MIRIFICUS nei modelli di simulazione microclimatica. L'impiego del software ENVI-met, già sperimentato a Roma e Firenze, ha consentito di simulare scenari di mitigazione basati sulle evidenze geospaziali rilevate, valutando in modo predittivo l'efficacia di misure come:

- l'incremento della copertura arborea in aree ad alta anomalia termica;
- la rimozione o sostituzione di superfici artificiali a elevata inerzia termica;
- la riconfigurazione morfologica degli spazi pubblici (es. orientamento degli edifici, corridoi di ventilazione urbana).

In conclusione, l'approccio proposto da MIRIFICUS potrà favorire un cambio di paradigma culturale, spingendo le città a gestire le criticità ambientali in modo quantitativo, predittivo e data-driven, superando approcci qualitativi e reattivi. Le amministrazioni locali potranno così basare le proprie decisioni su evidenze scientifiche condivise, rafforzando il dialogo tra scienza, governance e cittadinanza. La metodologia proposta dal progetto si configura infine come un modello replicabile a livello nazionale ed europeo, utile a supportare politiche urbane orientate alla resilienza climatica e alla qualità della vita.

IMPATTO DEGLI IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI SUI SERVIZI ECOSISTEMICI IDRICI: IL CASO STUDIO DELLA BASILICATA

Maria Cristina Marino & Beniamino Murgante (Scuola di Ingegneria, Università degli studi della Basilicata)

Introduzione

L'espansione dei Sistemi di Energia Rinnovabile (RES) costituisce una strategia fondamentale per la mitigazione dei cambiamenti climatici. Tuttavia, un sistema basato su fonti rinnovabili non è intrinsecamente sostenibile: è necessario un approccio integrato che consideri anche i servizi ecosistemici. Il presente studio analizza gli impatti delle infrastrutture RES sui servizi ecosistemici idrici (WES) nella regione Basilicata, utilizzando una metodologia innovativa in grado di integrare modellistica idrologica avanzata e analisi geospaziali. Nonostante i limiti legati alla scala regionale ed alcune conseguenti approssimazioni, l'approccio adottato consente una valutazione efficace per la pianificazione territoriale, fornendo una sintesi affidabile dei processi idrologici con tempi computazionali inferiori rispetto ai modelli idraulici tradizionali. La metodologia si basa su modelli di bilancio idrico semplificato, ideali per analisi preliminari su larga scala. Mediante il modello InVEST Urban Flood Risk Mitigation (UFRM), sono stati valutati gli effetti delle installazioni RES su: la capacità di ritenzione idrica del suolo, la regolazione del ciclo idrologico, il rischio di inondazione. I risultati mostrano una riduzione dell'8,7% dell'indice di ritenzione idrica e un incremento dell'11,9% del deflusso superficiale, evidenziando implicazioni rilevanti per una gestione sostenibile del territorio.

Contesto

Negli ultimi decenni, lo sviluppo delle infrastrutture RES e urbane ha modificato significativamente l'uso del suolo nella regione. Un'analisi comparativa (2012-2021) evidenzia un marcato aumento delle superfici impermeabili, legato alla diffusione di parchi fotovoltaici e impianti eolici, con conseguente riduzione della permeabilità del suolo, alterazione del deflusso superficiale e compromissione dei naturali meccanismi di ritenzione idrica.

Tra il 2012 e il 2021, la superficie occupata da impianti di energia rinnovabile (RES) ha registrato un marcato incremento del 185,5%, passando da 5,22 km² a 14,90 km². Questa crescita riflette due trend concomitanti: lo sviluppo di grandi parchi eolici e fotovoltaici, e l'impronta cumulativa di numerose installazioni più piccole e disperse sul territorio. Un'analisi granulare della distribuzione dimensionale rivela modelli critici. Mentre le piccole aree RES (<0,001 km²) rappresentavano l'81% di tutte le installazioni nel 2012 in termini numerici, il loro contributo alla superficie totale rimaneva marginale. Al contrario, le installazioni medio-grandi (0,01-0,1 km² e >0,1 km²) hanno mostrato una crescita esponenziale (Figura 199).

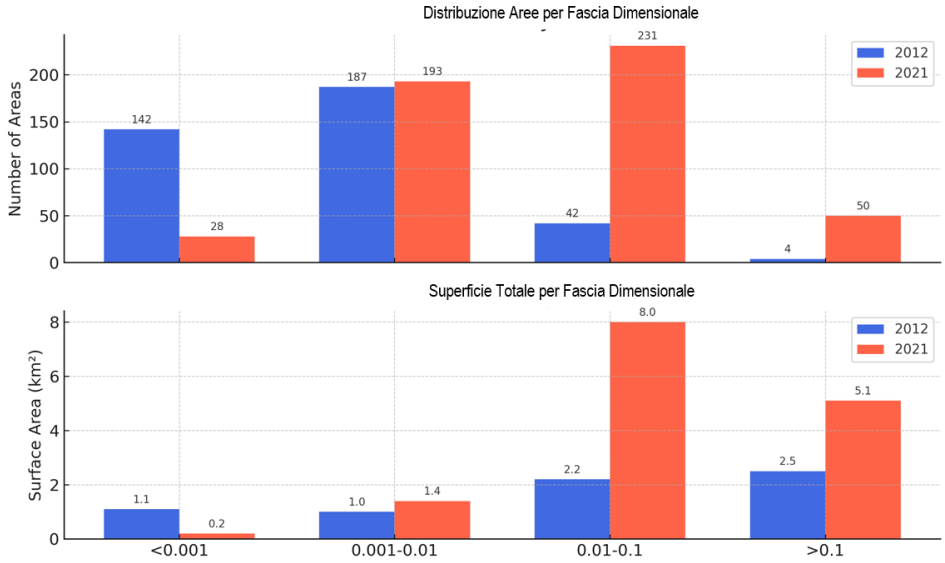


Figura 199. Espansione delle Aree RES: Variazioni di Superficie e Distribuzione per Dimensionale

Questa evoluzione evidenzia una transizione verso infrastrutture RES più estese, pur nella continua proliferazione di unità più piccole. La crescente diffusione di piccoli lotti RES (<0,001 km²) segnala un "effetto a macchia di leopardo" (sprinkling effect), per cui paesaggi precedentemente contigui vengono frammentati da infrastrutture energetiche disperse. Tale frammentazione altera la connettività idrologica, con ripercussioni sul funzionamento degli ecosistemi." L'impermeabilizzazione del suolo è emersa come un processo dalla duplice criticità. Da un lato, si è verificata un'impermeabilizzazione diretta attraverso la sostituzione di terreni permeabili con le strutture di fondazione degli impianti RES, le strade di accesso e le infrastrutture accessorie, con una riduzione immediata della capacità di infiltrazione. Dall'altro, la concentrazione di installazioni RES in aree precedentemente non disturbate (come terreni agricoli o boschivi) ha aggravato la formazione di deflusso superficiale localizzato, un fenomeno quantificato nelle successive analisi idrologiche. Queste trasformazioni evidenziano i compromessi tra lo sviluppo delle energie rinnovabili e la sostenibilità del territorio, in linea con i conflitti spaziali, dove la dispersione dei RES altera la connettività ecologica e idrologica (Saganeiti et al., 2021, Pilogallo et al., 2020).

Metodo

In questo studio, la valutazione degli impatti delle energie rinnovabili sugli ecosistemi idraulici è stata condotta utilizzando il modello InVEST, selezionato per la sua capacità di integrare l'analisi idrologica e i servizi ecosistemici con requisiti di input relativamente contenuti. Il modello *Integrated Valuation of Ecosystem Services* and *Tradeoffs* (InVEST) *Urban Flood Risk Mitigation* (UFRM) è uno strumento spazialmente esplicito progettato per quantificare i benefici di mitigazione del rischio idraulico forniti dagli elementi naturali e semi-naturali. L'utilizzo di modelli spazialmente espliciti come InVEST-UFRM si allinea alle metodologie di pianificazione energetica integrata proposte da Saganeiti et al. (2020), basate sull'analisi GIS e la valutazione dei servizi ecosistemici, e si fonda su solidi approcci di geocomputazione ampiamente riconosciuti nella pianificazione territoriale (Murgante et al., 2009). Sviluppato come parte della suite InVEST dal *Natural Capital Project*, il modulo UFRM implementa una versione modificata del metodo Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) (USDA-NRCS, 1986)

all'interno di un ambiente GIS, fornendo ai pianificatori informazioni operative sui modelli di suscettibilità alle inondazioni e sulle opportunità di mitigazione. L'analisi ha confrontato due scenari: lo scenario "Ante" (pre-RES) rappresentante le condizioni *baseline* senza impianti, e lo scenario "Post" (post-RES) con le attuali installazioni di turbine eoliche e campi fotovoltaici. Il modello si è avvalso di tre principali input spaziali: dati di copertura del suolo, gruppi idrologici del suolo (HSGs) e parametri biofisici inclusi i Curve Number (CN) del rapporto NRCS TR-55. Per lo scenario pre-RES è stata utilizzata la carta di uso del suolo CORINE Land Cover 2006 (100 m di risoluzione, 44 classi), modificata per lo scenario post-RES riclassificando le aree RES come superfici impermeabili, mantenendo inalterata la classificazione delle zone non interessate. Questo approccio ha permesso di isolare gli effetti specifici degli impianti RES.I dati pedologici sono stati acquisiti dal dataset HYSOGs250m (ORNL DAAC), che classifica i suoli in quattro categorie di capacità d'infiltrazione (da A: alta a D: bassa), garantendo coerenza con il metodo SCS-CN. I Curve Number sono stati integrati in una tabella biofisica per modellare il ruscellamento in base alle caratteristiche di suolo e copertura, costituendo un elemento fondamentale per quantificare le relazioni tra queste variabili. Il modello assume una precipitazione di progetto uniforme (P) di 100 mm sull'intera area di studio, una semplificazione necessaria per analisi a scala regionale.

Risultati

Il modello InVEST Urban Flood Risk Mitigation (UFRM) genera output spazialmente espliciti in formato raster e vettoriale per quantificare i processi idrologici e la mitigazione del rischio di inondazione. Di seguito sono riportati i risultati principali:

- Indice di ritenzione del deflusso: un raster che rappresenta i valori di ritenzione del deflusso;
- Volumi di ritenzione del delfusso: un raster che mostra i volumi di ritenzione del deflusso (in m³);
- Deflusso superficiale: un raster che mostra i valori del deflusso superficiale Q (in mm).

L'analisi quantitativa rivela cambiamenti significativi nei servizi ecosistemici idrologici dopo l'implementazione del RES (Tabella 127), dove la profondità del deflusso è espressa in mm sull'intera area regionale.

Tabella 127. Risultati: scenario Pre-RES vs Post-RES

Parametro	Pre-RES	Post-RES	Δ Variazione	Implicazioni
Indice di ritenzione del deflusso	0,584	0,533	-8,7%	Capacità di ritenzione delle piogge ridotta
Volume trattenuto (km³)	0,581	0,531	-8,5%	Infiltrazione del suolo diminuita
Profondità del deflusso (mm)	41,5	46,4	+11,9%	Aumento del rischio di alluvioni a valle

Più in dettaglio si osserva una:

- Riduzione dell'8,7% dell'indice di ritenzione del deflusso (da 0,584 a 0,533), dovuta principalmente alla diminuzione della permeabilità del suolo nelle vicinanze delle installazioni;
- Diminuzione dell'8,5% del volume d'acqua trattenuto (da 580,7 a 531,3 milioni di m³), equivalente a circa 49 milioni di m³ in meno di ricarica della falda ogni anno;
- Aumento dell'11,9% del volume di piena (da 414,4 a 463,7 milioni di m³), indicando un incremento del deflusso superficiale durante eventi di precipitazione estrema.

L'analisi comparativa degli scenari pre e post-intervento rivela cambiamenti idrologici significativi, in particolare nelle aree circostanti i parchi eolici e gli impianti fotovoltaici. Queste zone sono state trattate come superfici impermeabili nella nostra valutazione, poiché le modifiche antropiche hanno alterato le caratteristiche naturali del suolo, riducendo la capacità di infiltrazione e di ritenzione idrica. Il nostro

approccio conservativo tiene conto non solo delle superfici direttamente occupate, ma anche delle aree adiacenti in cui le attività di costruzione (es. sbancamenti, strade di accesso) possono compromettere ulteriormente la funzionalità idrologica. Ciò spiega l'impatto spaziale più ampio rispetto alla sola impronta degli impianti.

Indice di ritenzione del deflusso

La Figura 200 mostra il confronto tra le mappe pre- e post-intervento RES, rappresentate con la stessa scala cromatica (immagine a sinistra) e la mappa delle differenze dell'indice di ritenzione del deflusso a destra. Le tonalità più chiare nell'immagine post-intervento rivelano una riduzione degli indici di ritenzione idrica (valori più vicini allo 0). Questo cambiamento cromatico riflette un trend sistematico su scala territoriale, con implicazioni significative. Le tonalità più chiare in prossimità delle installazioni eoliche/fotovoltaiche indicano una ridotta infiltrazione del suolo e una minore capacità di ritenzione idrica, coerenti con: (i) impermeabilizzazione diretta (fondazioni, strade di accesso) e (ii) compattazione indiretta del suolo durante le attività di costruzione. Questa riduzione è particolarmente marcata nelle aree agricole/naturali convertite a seguito della rimozione della vegetazione (e la conseguente perdita di intercettazione delle piogge). Le aree con massimo schiarimento cromatico sono spazialmente correlate con i cluster di impianti RES, confermando l'alterazione antropica dei processi idrologici. I bacini idrografici di piccola-media dimensione mostrano risposte più forti rispetto a quelli più grandi, a causa della maggiore sensibilità alle modifiche localizzate del suolo. Tale scenario rende necessaria una pianificazione spaziale attenta alla permeabilità del suolo.

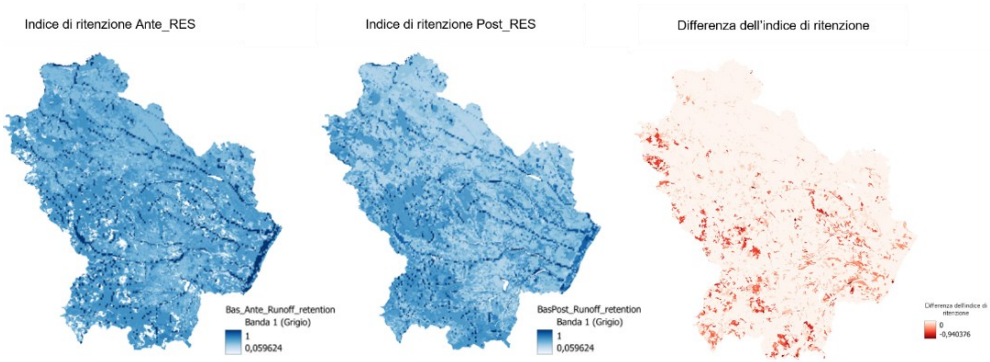


Figura 200. A sinistra le mappe dell'indice di ritenzione del deflusso superficiale. Visualizzazione comparativa delle condizioni pre-RES (sinistra) e post-RES (destra) mediante scale cromatiche identiche. Lo schiarimento delle tonalità in prossimità dei cluster RES indica una ridotta capacità di ritenzione idrica. A destra la mappa delle differenze dell'indice di Ritenzione del Deflusso

Inoltre, la mappa delle differenze riportata sempre in Figura 200 rivela diminuzioni sostanziali nella capacità di ritenzione idrica nei bacini idrografici. Nel bacino del fiume Basento, le riduzioni più gravi si verificano in prossimità degli impianti fotovoltaici, soprattutto sui terreni agricoli convertiti, dove l'impermeabilizzazione parziale ha aumentato il deflusso superficiale nei piccoli affluenti. I bacini costieri tirrenici, naturalmente predisposti al deflusso a causa delle forti pendenze e dei suoli poco profondi, mostrano una particolare vulnerabilità, dove anche modeste riduzioni di ritenzione (-0,2 a -0,4) amplificano notevolmente il deflusso durante eventi di pioggia intensa. Al contrario, i bacini dell'Appennino interno presentano risposte più attenuate, con le aree forestali che mantengono valori vicini alla baseline, mentre i parchi eolici in cresta producono impatti localizzati. Queste variazioni spaziali derivano

da tre fattori principali: caratteristiche originarie del suolo, densità delle installazioni e metodologie costruttive specifiche. L'approccio analitico conservativo, che classifica tutto il terreno delle aree di cantiere come modificato, probabilmente sovrastima l'impatto in alcune zone dove persistono funzioni idrologiche naturali. Questo risultato suggerisce opportunità di mitigazione attraverso il ripristino mirato della permeabilità del suolo e l'adozione di tecniche di sviluppo a basso impatto nei futuri progetti di energia rinnovabile.
Il confronto tra i file raster del deflusso superficiale Q_mm evidenzia un aumento marcato del deflusso nelle aree interessate dalle installazioni RES, come evidenziato dall'intensificazione delle tonalità rosse nelle mappe post-intervento in Figura 201. Questo cambiamento cromatico riflette alterazioni idrologiche specifiche, con aumenti particolarmente accentuati nelle zone con nuovi impianti, soprattutto su ex suoli agricoli. I dati quantitativi rivelano un aumento medio del deflusso del 6,8%, indicativo di una notevole riduzione della capacità di infiltrazione del suolo. Le analisi spaziali mostrano un'ampia variabilità locale negli impatti, con picchi del 15–20% nei cluster RES ad alta densità e nelle aree a monte dei corsi d'acqua minori, particolarmente sensibili alle modifiche del suolo. Questi cambiamenti sottolineano l'importanza di approcci di pianificazione attenti alle caratteristiche idrogeologiche specifiche del sito.

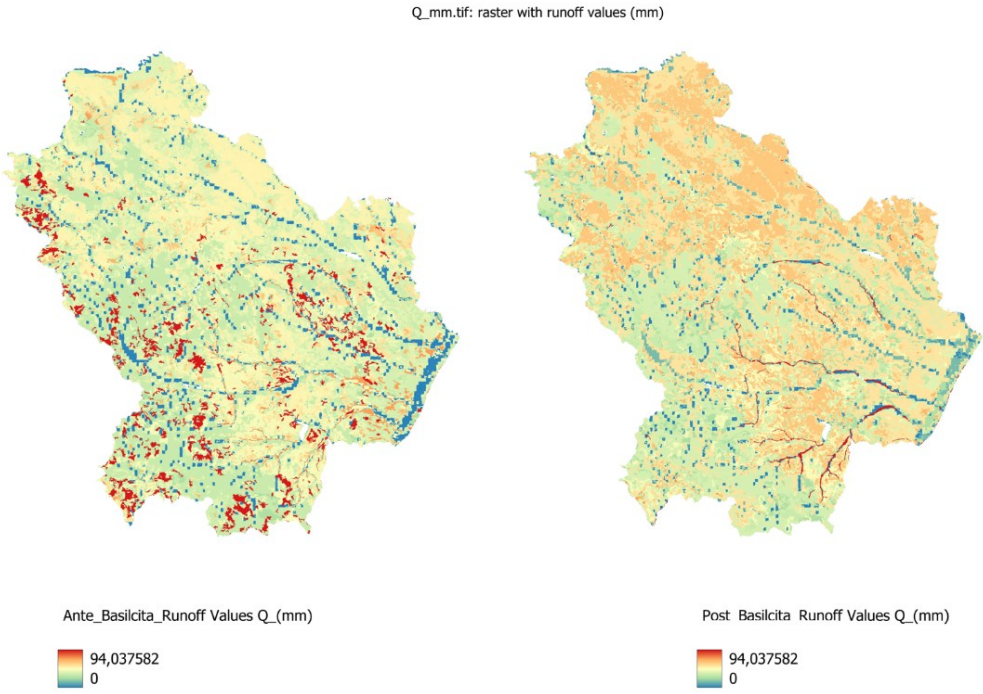


Figura 201. Variazioni del deflusso superficiale (Q_mm)

Discussione: punti di forza e limiti dello studio
Questo studio presenta numerosi aspetti innovativi, pur riconoscendo importanti limitazioni. Tra i suoi punti di forza principali vi è l'approccio integrato, che combina modellazione idrologica avanzata con un'analisi spaziale dettagliata, offrendo una valutazione completa degli impatti dei sistemi energetici rinnovabili sui servizi ecosistemici legati all'acqua. La scelta di condurre l'analisi sull'intera regione Basilicata, piuttosto che su un singolo sottobacino, aggiunge ulteriore valore, garantendo maggiore

rappresentatività dei risultati e migliore trasferibilità alle politiche regionali. Tuttavia, è necessario segnalare alcune limitazioni. Sebbene il modello InVEST-UFRM sia uno strumento robusto e ampiamente utilizzato, semplifica inevitabilmente i processi idrologici. In particolare, la sua dipendenza da dati di uso del suolo statici e parametri standardizzati può non catturare appieno la variabilità locale del suolo o le complesse dinamiche pioggia-deflusso. Queste limitazioni non compromettono la validità complessiva della ricerca, ma indicano direzioni promettenti per sviluppi futuri.

Conclusioni

Questo studio mette in evidenza la complessa interazione tra l'espansione dei Sistemi di Energia Rinnovabile (RES) e la tutela dei servizi ecosistemici legati all'acqua (WES). Con un focus sulla regione Basilicata, la ricerca dimostra che le infrastrutture RES come impianti solari e turbine eoliche possono alterare significativamente i processi idrologici. La conversione di terreni naturali e agricoli permeabili in superfici impermeabili riduce la capacità di infiltrazione del suolo, portando a un aumento del deflusso superficiale e a una diminuzione della ricarica delle falde. Inoltre, la frammentazione spaziale causata dalla dispersione delle installazioni RES, definita "effetto sprinkling", accentua le inondazioni localizzate alterando i naturali schemi di drenaggio. Questi risultati evidenziano la necessità di politiche integrate per l'uso del suolo, che concilino lo sviluppo delle risorse rinnovabili con gli ecosistemi idrici. L'individuazione strategica delle infrastrutture, combinata con soluzioni basate sulla natura (es. superfici permeabili, fasce verdi), potrebbe mitigare gli impatti negativi sui servizi ecosistemici mantenendo al contempo gli obiettivi climatici. L'applicazione del modello InVEST Urban Flood Risk Mitigation (UFRM) si è dimostrata fondamentale per quantificare questi cambiamenti idrologici, offrendo spunti operativi per decisioni sostenibili. In definitiva, sebbene l'espansione delle RES sia fondamentale per la decarbonizzazione, la sua attuazione deve tenere conto dei compromessi con le risorse idriche. I decisori politici e i pianificatori urbani dovrebbero dare priorità ad approcci spaziali ottimizzati per garantire che la transizione energetica non avvenga a discapito dei servizi idrici essenziali. È fondamentale adottare un approccio in grado di bilanciare lo sviluppo di RES e conservazione dei servizi idrici attraverso soluzioni nature-positive. Le future ricerche dovrebbero esplorare la resilienza climatica a lungo termine e le strategie di mitigazione specifiche per sito al fine di perfezionare ulteriormente queste raccomandazioni. In conclusione, questo studio contribuisce in modo significativo alla comprensione delle interazioni tra energia rinnovabile e servizi ecosistemici idrici, pur riconoscendo che ogni approccio metodologico comporta inevitabili compromessi tra completezza, precisione e fattibilità pratica.

PIANIFICARE LA CONTINUITÀ ECOLOGICA. CONSIDERAZIONI SUL CASO FRANCESE

Anna Laura Palazzo (Università Roma Tre)

Il quadro d'insieme

Nell'arco dell'ultimo trentennio, l'agenda pubblica francese ha incorporato i principi della sostenibilità sociale e ambientale in diverse disposizioni legislative e nel sistema della governance territoriale.

Queste direttrici si sono condensate nella prima Strategia Nazionale per la Biodiversità (Ministère de l'Ecologie et du Développement, 2004), e consolidate con la "Démarche Grenelle de l'Environnement", ampia e articolata consultazione pubblica da cui è scaturita una riorganizzazione delle competenze in materia di pianificazione territoriale, energia e trasporti, accorpate nel Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer sotto la guida di Jean Louis Borloo, promotore della Démarche (Tabella 128).

In attuazione della rete ecologica paneuropea, la Strategia nazionale ricorre all'espressione "trame écologique", con esplicito riferimento al "[…] paesaggio (ad una scala cartografica 1: 25.000), e alle strutture paesaggistiche percepibili da un osservatore sul terreno, da cui emerge un'immagine della diversità e della continuità ecologica del Paese. […] Non esiste un tipo di paesaggio ideale per la biodiversità. In particolare, non vi è alcuna relazione tra la bellezza di un paesaggio e il suo valore in termini di biodiversità. È interessante avere insiemi molto diversificati, veri e propri "mosaici", ma anche grandi aree omogenee (in particolare forestali o di praterie). Ciò che conta, innanzitutto, è la diversità dei paesaggi".

Queste strategie spazializzate approdano con la Loi Grenelle II (2010) a una definizione estensiva delle "trame verdi e blu" (TVB), cui concorrono i "serbatoi di biodiversità", ambiti naturali di maggiori dimensioni che ospitano milieu ricchi e diversificati che consentono alle specie di svolgere per intero o in larga parte il loro ciclo di riproduzione, i corridoi ecologici (spazi naturali o seminaturali, formazioni vegetali lineari o puntuali, come aree di connessione), e le superfici di interesse ecologico che ricadono tra le infrastrutture agroecologiche nella politica agricola comune[86].

La rifondazione della complessa filiera della governance e dello *aménagement du territoire*, che precede di qualche anno la Strategia europea sulle Infrastrutture verdi (Commissione Europea, 2013), è sostenuta da obiettivi di giustizia spaziale e di funzionalità ecologica, integrati nei quadri normativi che disciplinano gli usi del suolo. Le trame verdi e blu rivestono un ruolo fondamentale nell'adattamento climatico e nella conservazione della biodiversità tramite il rinnovo del ciclo e della qualità delle acque e la "fissazione" di anidride carbonica, innestandosi su una tradizione di lungo periodo nel trattamento di "espaces verdoyants" in ambiente urbano (Forestier, 1908; Toublanc e Bonin, 2012; Clergeau e Blanc, 2013)[87].

Tabella 128. Dalla Strategia nazionale per la biodiversità agli impegni sul consumo di suolo

La Démarche Grenelle de l'Environnement, sviluppata in seno alla prima Strategia Nazionale per la Biodiversità (2004-2010), è una iniziativa di concertazione nazionale sui temi ambientali lanciata nel 2007 da Jean-Louis Borloo, che presiedeva il Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement

[86] Queste ultime comprendono gli habitat semi-naturali che non ricevono fertilizzanti chimici o pesticidi lasciati a un uso del suolo estensivo: pascoli permanenti, aree a maggese, brughiere, siepi, bordi boschivi, fasce erbose lungo corsi d'acqua o margini dei campi, terrazzamenti, muri di sostegno, stagni e fossati ecc.

[87] A cavallo tra Otto e Novecento, la presenza di alberature lungo le strade e di nuclei boschivi all'interno di giardini e parchi conferiva alle città, soprattutto nelle aree di nuova espansione, un assetto ordinato e compiuto, espressione di un ideale urbano fondato sul decoro e sullo svago.

A partire dal secondo dopoguerra, la pianificazione urbanistica e gli strumenti di coordinamento territoriale a scala intercomunale e regionale, come lo Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDAURIF, 1976), hanno assunto un ruolo centrale nella tutela di vaste aree destinate a usi agro-forestali, nonché di contesti ambientali fragili, come foreste e zone umide, riconosciuti anche per il loro valore paesaggistico.

du territoire. La Démarche era finalizzata a costruire e innervare l'agenda pubblica attraverso i principali capitoli della transizione ecologica: biodiversità e risorse naturali, cambiamenti climatici, relazioni tra ambiente e salute pubblica, modi di produzione e consumo, governance ambientale e democrazia ecologica, modelli di sviluppo in grado di contemperare occupazione e competitività, organismi geneticamente modificati, gestione dei rifiuti. La produzione legislativa in tal senso si è sviluppata parallelamente alla costruzione delle tre Strategie per la Biodiversità, l'ultima delle quali, con orizzonte al 2030, riafferma gli impegni assunti a livello internazionale per la tutela della biodiversità.

La Loi n. 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement (Grenelle I), elenca una serie di impegni tematici per migliorare le prestazioni ambientali dei territori riducendo i gas serra e migliorando l'efficienza energetica.

La Loi n. 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (Grenelle II), impone l'integrazione della "trama verde e blu" (TVB) negli strumenti della pianificazione spaziale: "Le trame verdi e blu mirano ad contrastare la perdita di biodiversità partecipando alla conservazione, gestione e ripristino in buone condizioni degli ambienti necessari per la continuità ecologica, tenendo conto delle attività umane, e in particolare agricole, nelle zone rurali".
Obiettivi specifici della TVB sono:

- ridurre la frammentazione e la vulnerabilità degli habitat naturali e degli habitat di specie;
- identificare, cartografare e connettere mediante corridoi ecologici le zone importanti per la conservazione della biodiversità;
- conseguire o mantenere il *buono stato ecologico* o *buon potenziale* delle acque superficiali;
- portare in conto la biologia delle specie migratorie;
- consentire e facilitare lo scambio genetico necessario per la sopravvivenza della fauna selvatica;
- migliorare la qualità e la diversità dei paesaggi;
- attivare e facilitare la circolazione delle zone di ripartizione della fauna selvatica e degli habitat naturali, di fronte ai cambiamenti climatici.

La legge ha posto le basi per concrete politiche di adattamento climatico, tra cui il primo Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-1, 2011-2015).

La seconda Strategia Nazionale per la Biodiversità (2011-2020) ha mirato a integrare maggiormente la biodiversità nelle politiche economiche e ambientali del paese, promuovendo un approccio trasversale e partecipativo.

La Loi n. 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, individua strumenti operativi di accompagnamento nella transizione sui seguenti settori strategici: Edilizia, riduzione dei consumi energetici negli edifici e negli spazi pubblici; Mobilità sostenibile, riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento legato ai trasporti; Energia pulita, produzione di energie rinnovabili locali; Economia circolare, gestione sostenibile dei rifiuti; Democrazia partecipativa, promozione dell'educazione ambientale, ecocittadinanza e mobilitazione degli stakeholder locali; Biodiversità.

La Loi n. 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, si richiama alla Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature, di tutela degli equilibri biologici e delle risorse naturali da ogni forma di degrado, e alla Loi n. 93-24 du 8 janvier 1993 sur la protection et la mise en valeur des paysages, che ha aperto a una politica di tutela e riqualificazione del paesaggio, in particolare per quanto riguarda la sua integrazione nei documenti urbanistici e negli interventi di pianificazione territoriale.

La Loi n. 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets, affronta diversi settori: nel trasporto incentiva la mobilità sostenibile e limita il traffico aereo per tratte brevi già servite da alternative ferroviarie; nell'edilizia mira a migliorare l'efficienza energetica e contrastare il consumo di suolo; nella produzione e nei consumi promuove l'economia circolare, riduce gli imballaggi in plastica e limita la pubblicità per i prodotti più inquinanti. Inoltre, impone ai comuni di migliorare la qualità dell'aria e fissa obiettivi per ridurre le emissioni di gas serra, includendo la giustizia climatica come principio guida.
Entro il 2050, qualsiasi nuovo impegno in termini di consumo di suolo dovrà essere compensato dalla desigillatura di una superficie equivalente (Zéro artificialisation nette), misura che comporta ambiziosi traguardi intermedi.

Sguardi ravvicinati

Le trame verdi e blu sono inquadrate da specifiche disposizioni sia nel Codice dell'Ambiente che nel Codice dell'Urbanistica, che raccomanda misure di protezione, ripristino e costituzione di "reti interconnesse di spazi protetti in applicazione del diritto dell'ambiente […]. Esse contribuiscono alla conservazione, gestione e ripristino in buone condizioni degli ambienti necessari alla continuità ecologica, considerando al contempo le attività umane, in particolare quelle agricole nelle aree rurali".

La convergenza sulle sfide di Grenelle ha condotto a riformulare la governance preposta all'attuazione delle direttive dello Stato centrale in materia di ambiente, sviluppo e pianificazione sostenibili, poste in capo alle neoistituite "Directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement" (DREAL) sotto l'autorità dei prefetti, e tradotte sul piano operativo dalle "Directions départementales des Territoires" (DDT).

In parallelo, l'impegno dei servizi dello Stato nella costruzione di quadri conoscitivi, strategie e roadmap capaci di informare le politiche pubbliche e le agende territoriali ha condotto alla stesura delle "Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques" (ONTVB), per le quali il Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) ha svolto ruolo di capofila all'interno di una estesa rete di attori (CEREMA, 2019, cfr. Tabella 129).

Tabella 129. Soggetti e reti di supporto e accompagnamento nella transizione

Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA)	Ente pubblico a carattere industriale e commerciale (EPIC), istituito nel 2013 dalla fusione di undici enti, fornisce supporto tecnico e strategico allo Stato e agli enti territoriali nella progettazione, attuazione e valutazione delle politiche pubbliche. Svolge funzione di sollecitazione e sensibilizzazione della politica ecologica per il grande pubblico. Ha coordinato la stesura delle "Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques" (ONTVB), organizzata su tre macro-temi: (i) mantenere o rafforzare la funzionalità degli ecosistemi, favorendo la mobilità delle specie; (ii) integrare le politiche ecologiche nella pianificazione territoriale ordinaria; (iii) allineare la strategia agli SDG dell'Agenda ONU 2030 e agli obiettivi climatici dell'UE. Le ONTVB si compongono di due allegati: il primo (Scelte strategiche), definisce le TVB e stabilisce obiettivi e linee guida per la loro attuazione, e mira alla conservazione della biodiversità, alla resilienza degli ecosistemi e alla loro capacità di adattamento in un contesto di cambiamento climatico; il secondo (Guida metodologica) affronta temi nazionali e transfrontalieri per la coerenza della rete ecologica, e l'integrazione della biodiversità nella pianificazione regionale. Nel 2024 CEREMA ha elaborato delle linee guida per la redazione e l'aggiornamento degli Atlanti del Paesaggio.
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)	Ente pubblico di natura industriale e commerciale, creato nel 1991 e posto sotto la tutela del Ministero della Transizione Ecologica e del Ministero dell'Istruzione Superiore, della Ricerca e dell'Innovazione. Sostiene le amministrazioni locali nella transizione ecologica, definisce orientamenti strategici e ne assicura il monitoraggio e la valutazione. I suoi ambiti di intervento comprendono le energie rinnovabili, la qualità dell'aria e l'inquinamento acustico, l'edilizia e l'urbanistica, la mobilità sostenibile, l'inquinamento del suolo, la gestione dei rifiuti e l'economia circolare, la promozione di modelli di produzione e consumo sostenibili, la lotta al cambiamento climatico e il monitoraggio degli impianti agrivoltaici.

	Come braccio operativo dello Stato, dispone di strutture decentrate sul territorio e mette a disposizione competenze per orientare le politiche pubbliche e diffondere pratiche virtuose. Ha inoltre contribuito al programma nazionale di investimenti *France 2030*. La sua azione si estende anche oltre i confini francesi, attraverso la partecipazione all'attuazione delle politiche ambientali europee e la collaborazione con le agenzie degli altri Paesi membri dello European Energy Network (EER).
Office Français de la Biodiversité (OFB)	Operativo dal 2017, è responsabile dell'attuazione di politiche di conservazione e gestione della biodiversità, e fornisce agli enti locali supporto tecnico, finanziario e metodologico, oltre a sensibilizzare l'opinione pubblica sulla biodiversità locale. Ha partecipato allo sviluppo e revisione delle ONTVB, e concorre al coordinamento e realizzazione degli Atlanti locali della Biodiversità.
France Nature Environnement (FNE)	Come federazione associativa riconosciuta di utilità pubblica nel 1976, ha per missione la tutela della natura e dell'ambiente e soddisfa gli obblighi del "Contrat d'engagement républicain". Rappresenta la società civile ecologista, coordina migliaia di associazioni locali e svolge attività di sensibilizzazione, advocacy e pressione politica per migliorare le leggi e le politiche ambientali. Nel 2016 ha avviato un lavoro di ricognizione per accompagnare le regioni nella redazione degli SRADDET armonizzando alle istanze di sostenibilità e resilienza le previsioni di medio-lungo periodo relative a politiche e programmi di sviluppo.
Conseils d'Architecture, d'Urbanisme e de l'Environnement (CAUE)	Introdotti dalla Loi n. 77-2 du 3 janvier 1977 sur l'Architecture, sono organismi di diritto privato investiti della promozione della qualità dell'architettura, dell'urbanistica e dell'ambiente nei territori. Beneficiano di una quota assegnata sull'imposta dipartimentale sui permessi di costruire, fornendo gratuitamente consulenze alle pubbliche amministrazioni, anche per la redazione degli Atlanti del Paesaggio. Organizzano attività di formazione e sensibilizzazione ai comuni, ai servizi dello Stato e al pubblico in generale.

La continuità ecologica è alla base degli "Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires" (SRADDET), documenti di medio-lungo periodo aggiornabili secondo necessità; essa viene tematizzata sotto forma di trame e sottotrame, intese come "gli spazi costituiti da una stessa tipologia di ambiente e la rete costituita dalle connessioni tra detti spazi", integrati da ulteriori aree "potenzialmente idonee" per la sopravvivenza e il movimento delle specie individuate attraverso metodi statistici o probabilistici (Cormier, 2014).
La visione al futuro degli SRADDET ne costituisce il portato più interessante in termini di "projet politique fédérateur" di livello regionale, che armonizza le previsioni di alcuni piani di settore entro scenari di contenimento delle emissioni, di mobilità sostenibile e di sviluppo socioeconomico equilibrato[88]. Tale carattere degli SRADDET si riverbera con diversa cogenza sugli strumenti di livello inferiore: gli obiettivi implicano la "presa in conto" per gli Schéma de cohérence territoriale (SCoT) che interessano le diverse forme di intercomunalità – le agglomerazioni nelle aree urbane e i pays in ambiti rurali –, mentre le regole richiedono nei passaggi di scala condizioni di compatibilità, ossia una disciplina degli assetti che non ne comprometta o ne ostacoli l'applicazione.

[88] Equilibrio ed eguaglianza dei territori; apertura delle aree rurali; politiche abitative; gestione sostenibile dello spazio; intermodalità e sviluppo dei trasporti; ubicazione delle infrastrutture di interesse regionale; controllo e risparmio energetico; lotta al cambiamento climatico; inquinamento atmosferico; tutela e ripristino della biodiversità; gestione dei rifiuti.

La continuità ecologica è anche al centro di strumenti a carattere più spiccatamente settoriale, come nel caso della Charte du Parc naturel régional du Marais Poitevin classificato Grand Site de France e Ramsar per la sua zona umida di importanza internazionale. La Charte definisce gli orientamenti di sviluppo sostenibile del parco per una durata di 15 anni, sviluppa sinergie con gli enti membri del parco (comuni, intercomunalità, dipartimenti, regione), ed è soggetta all'approvazione dello Stato.
Ma le questioni non si risolvono esclusivamente in punto di diritto: nel passaggio dalla modellizzazione spaziale legata all'ecologia del paesaggio (gli elementi primari come hotspot di biodiversità e i corridoi di connessione ecologica) agli schemi di area vasta, e ancor più al livello locale, le trame verdi tendono ad assumere i tratti fisiognomici tipici di queste elaborazioni (punti, linee e superfici definite e perimetrate), che tradiscono il primato di una lettura di tipo strutturale rispetto a quella funzionale.

Figura 202. Il Parco naturale regionale del Marais Poitevin ricopre circa 80.000 ettari in un territorio ricadente in tre regioni. Testimone e custode di una complessa negoziazione tra uomo e natura, di cui reca tracce nelle opere di bonifica e regolazione delle acque, comprende un "Marais Desséché", a prevalente vocazione agricola, e un "Marais Mouillé", che ha sviluppato una vocazione legata al loisir e al turismo. Esso ha individuato le seguenti specie e habitat da tutelare per garantire la continuità ecologica: Ambienti costieri; Aree boscate; Prati aridi; Paesaggio dei bocages (sistema di siepi e campi); Canneti; Fasce erbacee; Corsi d'acqua e canali; Centri urbani (città e villaggi); Praterie.

In area vasta, la sfida della "cohérence écologique" si incentra su un dialogo cooperativo tra "conformazione" e "funzionalità" delle trame, tra azioni e politiche che attengono al loro rafforzamento in termini di dotazioni territoriali (usi del suolo) e quelle dedicate al miglioramento delle prestazioni rese al vivente in forma di servizi ecosistemici; le misure spaziano dalla riduzione della frammentazione e vulnerabilità degli habitat alla loro conservazione biologica; dalla protezione della fauna selvatica per lo scambio genetico necessario alla riproduzione alla tutela della qualità e diversità dei paesaggi.
Alle municipalità, terminali sensibili della filiera pianificatoria, spettano gli oneri più rilevanti, formalizzati in prescrizioni relative agli usi del suolo e in servitù di non facere; tali vincoli non indennizzabili e con effetti potenzialmente dirompenti sulla tenuta del patto sociale, risultano rafforzati dalla *Loi* n. 2021-1104 (Loi Climat et Résilience) che ha per obiettivo la neutralità carbonica attraverso la compensazione tra emissioni di gas serra e assorbimenti equivalenti mediante cattura e stoccaggio di biossido di carbonio.
A queste scale ravvicinate, che consentono di tenere assieme geografie e morfologie dell'interfaccia urbano-rurale, le funzioni legate alla biodiversità locale possono apparire meno rilevanti degli effetti diretti e indiretti delle trame verdi sul comportamento umano e sulla salute (Kervadec, 2012). Tuttavia, come dimostrano i numerosi retours d'expérience sotto l'impulso di iniziative esemplari promosse da città e metropoli, i Plans locaux d'urbanisme (PLU) hanno progressivamente integrato nella loro dimensione regolativa le componenti della Trame verte et bleue (TVB): dalle zone agricole (A) e naturali (N), agli espaces boisés classés, fino a comprendere ambiti ulteriori sottratti alla pressione urbanizzativa, come le aree per infrastrutture e attrezzature collettive, i terreni agricoli da preservare anche in contesti urbani, e alcuni "luoghi notevoli" tutelati in virtù delle caratteristiche intrinseche, delle minacce legate all'espansione urbana e della crescente domanda sociale di spazi fruibili e gestibili (Cormier, 2014). Si apre qui un fertile terreno di confronto tra scienze della natura e tradizione figurativa dell'urban design nella ricerca e sperimentazione di pattern insediativi capaci di declinare la sostenibilità anche come "good city form".

Considerazioni conclusive
In Francia, paese a forte tradizione agraria, di fronte ai nuovi imperativi ecologici il paesaggio viene spesso considerato l'anello debole della filiera pianificatoria. Non tutelato per sé, come avviene nel caso italiano, ha potuto sin qui disporre di un'autorevolezza indiscussa nella trattatistica, nelle pratiche e nell'agire politico, e in questa veste ha esercitato un ruolo servente, ma non subordinato, allo aménagement du territoire, contribuendo a orientare gli enti locali su scelte insediative meditate e attente ai valori di forma. Grazie a una legge approvata negli anni Novanta (La Loi n. 93-24 du 8 janvier 1993 sur la protection et la mise en valeur des paysages et modifiant certaines dispositions législatives en matière d'enquêtes publiques), i Dipartimenti si sono dotati di "Atlanti del Paesaggio" redatti da team interdisciplinari che hanno avviato procedimenti di individuazione dei paesaggi sulla base dei valori di identità e dei pattern di differenziazione e hanno condensato le indicazioni di prospettiva in forma di "obiettivi di qualità paesaggistica": obiettivi poi ripresi dalla Convenzione europea del Paesaggio (2000). Il ruolo argomentativo e persuasivo di queste elaborazioni sostenute da analisi di scenario che recano stime dei rischi associati alle dinamiche in essere e dei relativi impatti, ha suscitato un progressivo interesse ai tavoli dello sviluppo locale, ma raramente ha oltrepassato la demarcazione tra sapere esperto e sapere comune.
In effetti, un'indagine condotta da CEREMA sulla percezione del paesaggio da parte degli eletti locali pone in evidenza un ventaglio di posizioni, opinioni e aspettative sulle sfide future, che testimoniano di una domanda tuttora inevasa di conoscenza dello stato dei luoghi attraverso la lente patrimoniale e della cultura materiale (Ministère de la Transition Ecologique, 2021). Nel 2024 CEREMA ha licenziato

linee guida per la redazione e aggiornamento degli Atlanti del Paesaggio, confermandone il coordinamento in capo ai Dipartimenti, che ne sono anche i principali finanziatori, con il supporto di DREAL e DDT (Ministère de l'Ecologie et du Développement, 2024).
Ma anche la funzionalità ecologica che pure informa il dibattito pubblico incontra difficoltà a modularsi nel discorso territoriale e ad affiancare progetti di paesaggio. In anni recenti, tra le iniziative più significative di sensibilizzazione si annoverano gli "Atlanti della Biodiversità Comunale" (ABC) e gli "Atlanti Territoriali della Biodiversità" (ABT), strumenti volontari realizzati sotto il coordinamento dell'Office français de la biodiversité con lo scopo di fornire agli enti locali elementi conoscitivi e di supporto alla decisione.
In definitiva, il divario tra paesaggio ed ecologia – che riecheggia quello tra *res extensa* e *res cogitans* – non è trattabile sul piano epistemologico, ma potrà essere colmato solo attraverso una più ampia sensibilizzazione dell'opinione pubblica a una pluralità di interessi diffusi. E le stesse modalità e i modelli di gestione (e cogestione) delle trame verdi, intese come beni comuni, dovranno crescere in rilevanza quanto la materialità del paesaggio e le sue esigenze di rappresentazione sociale nello spazio.

ANALISI DEL CONSUMO DI SUOLO LITORANEO: UNA SPERIMENTAZIONE METODOLOGICA IN TOSCANA

Margherita Petri, Paolo Pileri, Giorgia Alice Terno (DAStU, Politecnico di Milano)

Studiare i territori costieri e le trasformazioni che questi subiscono è cruciale innanzitutto perché sono ambienti ecotonali che legano il mare alla terra[89], sede di ecosistemi tra i più delicati del pianeta (Sahavacharin, Sompongchaiyakul, & Thaitakoo, 2022). Ma la storia recente ci consegna una situazione dove le coste sono esposte a pressioni intense, soprattutto demografiche ed economiche. Ciò stressa la loro intrinseca vulnerabilità ed evidenzia l'urgenza di mettere nell'agenda pubblica una serie di sfide ambientali come il contrasto all'erosione costiera, la tutela dalle varie forme di inquinamento e il fermo alla perdita di habitat a causa dell'urbanizzazione crescente e del turismo di massa (Lagarias & Stratigea, 2023).

Secondo l'aggiornamento del 2022 della banca dati "Linea di costa italiana 2020" di ISPRA, il profilo costiero italiano è lungo 8.300 km e il suo grado di artificializzazione, ovvero la percentuale di costa occupato da opere artificiali, è pari al 13% (ISPRA, 2022)[90]. Nel periodo 2006-2019, 1.771 km di costa naturale bassa (caratterizzate dalla presenza delle spiagge) hanno subito un qualche tipo di trasformazione (Nanni, Venneri, & Minutolo, 2023). Di queste, 65 km sono state completamente cancellate (pari a 5 km di costa naturale bassa persa all'anno) (ISPRA, 2022).

Per l'analisi del consumo di suolo costiero, solitamente si considera una fascia territoriale profonda massimo 10 km dalla linea di costa[91] ulteriormente dettagliabile nelle sottofasce 0-300 m, 300 m-1 km, 1-10 km. La fascia 0-300 m a livello nazionale si conferma come l'area con la più alta percentuale di suolo consumato, superiore al 22% nel 2023 (SNPA, 43/2024), quindi la prima dove tutelare gli spazi non urbanizzati ancora esistenti. Questa pressione trasformativa è tutta concentrata in 645 comuni italiani definiti costieri (ISPRA, 48/2014). Nonostante rappresentino solo l'8% del totale dei comuni, essi hanno una densità insediativa (380 ab/km^2) quasi doppia rispetto alla media nazionale, pari a 200 ab/km^2 (Nanni, Venneri, & Minutolo, 2023) e ospitano un terzo della popolazione residente italiana (ISPRA, 48/2014). Un dato che mostra come la pressione trasformativa di questi territori sia legata tanto alle dinamiche demografiche, quanto a quelle turistiche (Lagarias *et al*., 2023).

Alla luce di questa breve introduzione di contesto, si discute un'analisi sui consumi di suolo nella fascia 0-300 m dalla linea di costa della regione Toscana, che presenta una percentuale di suolo consumato pari al 22,40% (SNPA, 43/2024). Questa regione offre la possibilità di un'analisi su una linea di costa di quasi 400 km, sulla quale si affacciano 25 comuni. Inoltre, la sua costa include usi del suolo estremamente diversi. Nella parte settentrionale troviamo i principali porti e molte località turistiche, ovvero aree fortemente urbanizzate e ancora soggette a un significativo consumo di suolo. Nella parte meridionale abbiamo un minor suolo consumato e riserve naturali. Approfondire il caso specifico del consumo di suolo lungo le coste della Toscana ci permette, da una parte, di comprendere meglio il fenomeno e, dall'altra, sperimentare un'articolata metodologia di calcolo che deve confrontarsi con la difficoltà di definire la linea di costa come dato di partenza. Di seguito verranno prima discusse le riflessioni metodologiche emerse. Si presenteranno poi i risultati dell'analisi sui consumi di suolo nella fascia 0-300 m dalla linea di costa della regione Toscana.

[89] La costa viene definita da ISPRA come "il luogo fisico in cui terra e mare si incontrano, dando origine a un'area di transizione tra ambiente continentale e marino caratterizzata e determinata da fenomeni estremamente complessi".

[90] I dati sono stati restituiti al pubblico attraverso il comunicato stampa pubblicato da ISPRA il 25 maggio 2022 e disponibile al seguente link: comunicatostampa_lineadicosta_25052022.pdf

[91] La linea di costa è il geoDB utilizzato per monitorare l'assetto costiero italiano.

Tutti i dati di monitoraggio sul suolo consumato e sul consumo di suolo costiero riportati sopra sono implementabili grazie alla definizione di una geometria precisa della linea di costa. Laddove tale linea è sede di imperfezioni, il dato sul consumo di suolo può subire delle imprecisioni esso stesso. Inoltre, bisogna considerare che la morfologia della costa di per sé si modifica nel tempo in quanto è un'area in continua evoluzione e risultato dell'interazione dinamica tra terra e mare (Sahavacharin, Sompongchaiyakul, & Thaitakoo, 2022), rendendo difficile una sua identificazione univoca e permanente. Pertanto, è assai importante, per il futuro, orientarsi verso una linea di costa che risolva tutte le imperfezioni possibili. Al momento la "Linea di Costa" è implementata da ISPRA e contiene i tracciati digitalizzati delle coste riferiti agli anni 1950, 2000, 2006 e 2020. Soffermiamoci sull'ultima versione della linea di costa (2020), denominata "LC20". Essa è costituita da tre linee che si alternano e/o affiancano lungo la costa: la linea di costa naturale; la linea di costa artificiale; la linea di costa fittizia. La linea naturale riflette lo stato originario, quella artificiale include opere antropiche, quella fittizia isola elementi artificiali per dare continuità geometrica alla linea naturale.

Per come sono generate, le tre linee di costa della LC20 consentono un calcolo del consumo di suolo che può risultare impreciso, a causa della compresenza e dell'alternanza di linee costiere con significati diversi: la linea naturale è eccessivamente dettagliata e frastagliata; quella artificiale comprende elementi non rilevanti ai fini del calcolo, come moli e banchine; mentre la linea fittizia include porzioni di mare che non dovrebbero essere considerate.

Per ovviare a queste criticità, il calcolo del consumo è attualmente elaborato a partire da una sintesi delle tre linee, integrandone le rispettive caratteristiche. Tuttavia, anche questo approccio presenta un limite, legato alla necessaria rasterizzazione della linea costiera durante l'elaborazione dei dati, che può introdurre ulteriori approssimazioni. Per rendere il calcolo del consumo di suolo costiero più accurato e dettagliabile, è necessario definire una nuova metodologia d'analisi che parta dalla definizione di una linea di costa adattata allo scopo specifico, per tutto il territorio nazionale. A tal scopo, si fornisce una proposta, testata sul tratto toscano di costa marina.

Per prima cosa, quindi, è stata definita una nuova linea di costa a partire dalla LC20 tracciata seguendo l'andamento delle opere costruite sulla terraferma, a esclusione degli elementi aggettanti sull'acqua (ad esempio i moli) e dei tratti che includono parte di superficie marina[92] (Figura 203, Figura 204, Figura 205 e Figura 206).

[92] Si rimarca che i criteri utilizzati nel tracciamento di questa area sono riapplicabili su tutto il territorio italiano.

Figura 203. Estrapolazione di un tratto della linea di costa "LC20" di ISPRA in prossimità del porto di Livorno. In rosso è rappresentata la linea artificiale, in giallo la fittizia, in verde la naturale

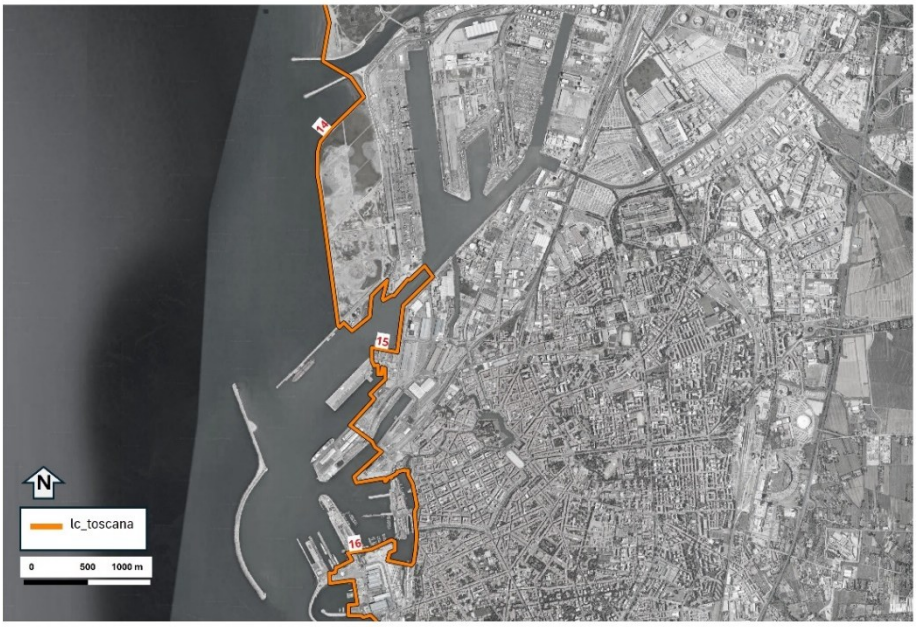


Figura 204. Estrapolazione di un tratto della linea di costa ridisegnata nello studio in prossimità del porto di Livorno

Figura 205. Estrapolazione di un tratto della linea di costa "LC20" di ISPRA in prossimità di un canale a Viareggio. In rosso è rappresentata la linea artificiale, in giallo la fittizia, in verde la naturale

Figura 206. Estrapolazione di un tratto della linea di costa ridisegnata nello studio in prossimità di un canale interno a Viareggio

La definizione di un'unica linea di costa ha consentito di individuare un altrettanto unica fascia di analisi, pari a una distanza di 0-300 m dalla costa. Tale fascia è stata tagliata ortogonalmente alla linea di costa così da ottenere delle sezioni territoriali lunghe 5 km e profonde 300 m. Questa divisione è stata

fatta per consentire delle analisi delle trasformazioni comparabili tra sezione e sezione, in quanto sono delle unità spaziali omogenee per dimensione e forma. La scelta metodologica aumenta significativamente il livello di analisi longitudinale dei dati di consumo di suolo consentendo di effettuare confronti diretti tra le sezioni stesse. La conseguente distanza di 300 m per ottenere la corrispondente fascia costiera è stata a sua volta suddiviso in tre fasce da 100 m ciascuna per ottenere un maggior dettaglio dove calcolare il consumo di suolo e il suolo consumato: 0–100 m, 100–200 m, 200–300 m. La conseguente distanza di 300 m per ottenere la corrispondente fascia costiera è stata a sua volta suddivisa in tre fasce da 100 m ciascuna per ottenere un maggior dettaglio dove calcolare il consumo di suolo e il suolo consumato: 0–100 m, 100–200 m, 200–300 m.
Si sono quindi ottenute 75 diverse sezioni territoriali uniformi per superfici di circa 150 ha. Questa dimensione deriva da un'estensione di 5 km lungo l'asse nord-sud e 300 m in direzione mare–entroterra. Ogni sezione è stata ulteriormente divisa in tre sottosezioni dallo spessore di 100 m. Tale sezionamento della linea di costa e della conseguente fascia è importante perché consente anche di condurre delle comparazioni dirette tra le diverse sezioni e di popolare gli indicatori di consumo di suolo sia lungo la dimensione longitudinale della linea di costa, quindi da nord a sud (Carrara–Capalbio), sia quella ortogonale, ovvero dal mare verso l'entroterra (Figura 207).

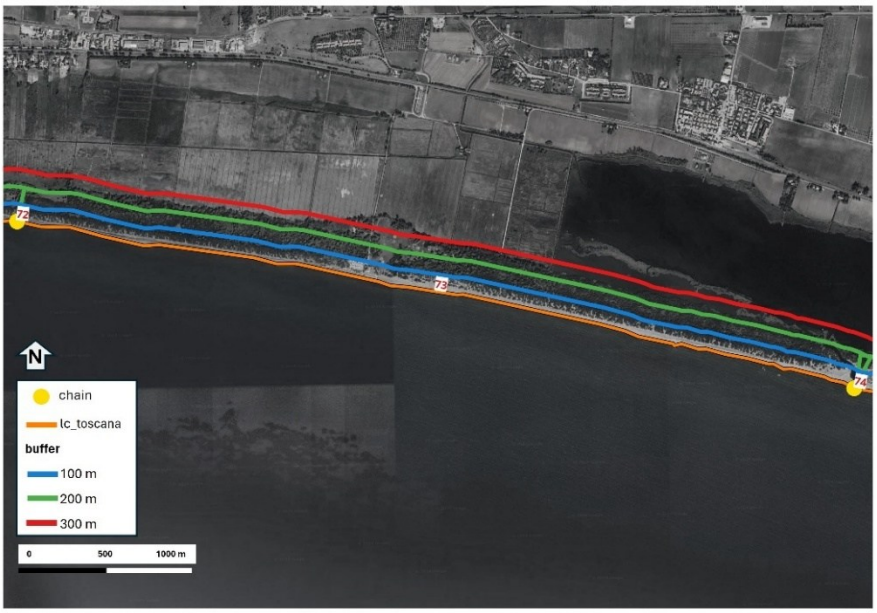


Figura 207. Estrapolazione della sezione 73, localizzata presso il Comune di Capalbio; dall'ortofoto si possono osservare gli estremi della sezione

Una volta suddiviso il territorio, lo studio si è concentrato sul ricostruire lo stato attuale del suolo consumato, conducendo un'analisi sincronica basata sui dati ISPRA del 2022. I dati riportano gli ettari di suolo consumato in ogni sezione di territorio, suddivisi nei tre buffer (0-100 m, 100-200 m, 200-300 m) e classificati secondo il sistema di classificazione relativo al consumo di suolo adottato da SNPA e da ISPRA.[93]

[93] Per consultare il sistema di classificazione andare al link: Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023 – SNPA – Sistema nazionale protezione ambiente e scaricare il "Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" del 2023, la tabella in questione si trova a pagina 19.

Son stati calcolati il valore medio di suolo consumato e il coefficiente di urbanizzazione, entrambi al 2022, per ogni sezione (considerando quindi l'intera profondità di 300 m) e per ogni loro sottosezione (0-100 m, 100-200 m, 200-300 m).
Il valore medio di suolo consumato di ogni sezione è pari a 30,19 ha, circa il 20% della superficie totale della sezione (150 ha). Il 41% delle sezioni supera questa media. La distribuzione è discontinua, con forti variazioni tra le diverse sezioni (Figura 208). La costa nord risulta più consumata della costa sud. A nord sono infatti presenti aree altamente consumate dai principali porti della regione (come quello di Livorno e di Viareggio) e dalle principali località turistiche balneari, mentre a sud si trovano delle riserve naturali, come il Parco Regionale della Maremma e l'Oasi naturale di Orbetello. Per questo motivo la linea di tendenza appare decrescente.

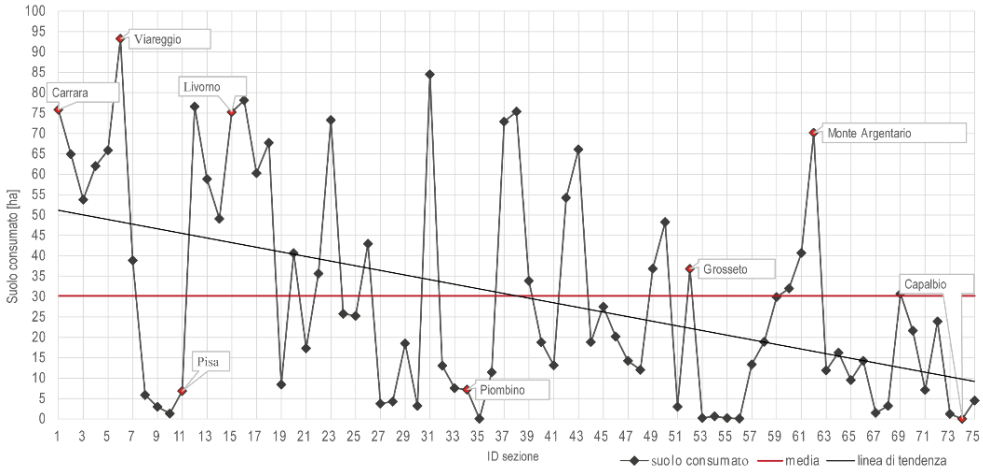


Figura 208. Distribuzione del valore in ettari di suolo consumato, lungo le 75 sezioni di territorio equivalenti, nei primi 300 m dalla costa al 2022. In rosso è riportata la retta del valore medio, in grigio la linea di tendenza. Le sezioni nel grafico sono ordinate da nord a sud. Per comprendere meglio la geografia del territorio in esame, alcuni punti riportano le etichette con i nomi dei comuni toscani a cui appartiene l'area delle sezioni a cui fanno riferimento.

Analizzando il suolo consumato anche nelle tre diverse sottosezioni (0-100 m, 100-200 m, 200-300 m), si è osservato che in tutte e tre la linea di tendenza appare decrescente. In Tabella 130 sono riportati i valori medi di suolo consumato e il valore d'incidenza di ogni sottosezione, ottenuto calcolando i rapporti tra i dati di suolo consumato di ogni sottosezione e i dati del consumato totale.

Tabella 130. Valori medi di suolo consumato in ettari (ha) e incidenza (%) di ciascuna sottosezione

	0-100 m	100-200 m	200-300 m	0-300 m
Media	8,29 ha	11,03 ha	10,86 ha	30,19 ha
Incidenza	27%	37%	36%	100%

Dai valori riportati in tabella risulta che la fascia più vicina al mare (0-100 m) riporta dei valori più bassi rispetto alle altre due, che sono più distanti e che hanno un'incidenza rispetto alla fascia totale (0-300 m) quasi equivalente. A tale distanza dalla linea di costa, infatti, solitamente non sono presenti edifici (ad eccezione delle aree portuali).
Il coefficiente di urbanizzazione nei primi 300 m, cioè la percentuale di suolo consumato rispetto al suolo totale della sezione di riferimento, risulta avere un valore medio per sezione del 25%, con tendenza decrescente da nord a sud. I valori più alti si riscontrano nei comuni costieri con porti.

Anche in questo caso, tra le sottosezioni, quella compresa tra gli 0 e i 100 m risulta meno urbanizzata rispetto alle altre due (100-200 m, 200-300 m) (Tabella 131).

Tabella 131. Valori medi del coefficiente di urbanizzazione (%) di ciascuna sottosezione

	0-100 m	100-200 m	200-300 m	0-300 m
Media	20,98%	27,19%	27,72%	25,44%

Dunque, la metodologia utilizzata ha condotto a uno studio più dettagliato dei dati di suolo consumato nella zona costiera, ma non mancano alcuni nodi ancora da sciogliere per giungere a una metodologia completa ed efficace. Ad esempio, occorre mettere a punto un metodo di assegnazione di altre variabili statistiche alle singole sezioni longitudinali e ortogonali, per riuscire a correlare a ogni sezione altri dati provenienti da altre banche dati, come quelle socioeconomiche o turistiche o ambientali. Per consentire tali correlazioni, bisogna porre dei criteri di assegnazione di ciascuna sezione a un comune di riferimento e da lì capire come riassegnare i dati alle sezioni incluse nel comune stesso. A tal proposito, è stato effettuato il procedimento di assegnazione di ogni sezione al relativo comune secondo il criterio di prevalenza sopra descritto. I risultati ottenuti da questa analisi sono riportati nella tabella seguente (Tabella 132).

Tabella 132. Confronto tra i dati provenienti dalle rielaborazioni di questo studio e i dati provenienti dal database di ISPRA dei valori di suolo consumato nelle tre sottosezioni (0-100m, 100-200m, 200-300m) all'interno dei 22 comuni costieri[94]

	Suolo consumato in ettari [ha] al 2022				
Comuni	0-100 m	100-200 m	200-300 m	0-300 m	0-300 m (dai dati ISPRA)
Carrara	20,12	30,28	25,43	75,83	145,18
Massa	31,89	45	41,85	118,74	165,05
Forte dei Marmi	2,16	31,63	28,25	53,79	59,27
Pietrasanta	0,05	29,15	36,68	65,88	74,07
Viareggio	27,08	51,93	58,96	137,97	206,53
San Giuliano Terme	0,12	0,81	2,04	2,97	0,02
Pisa	63,08	67,65	61,95	192,68	182,69
Livorno	128,24	109,43	92,82	330,49	825,98
Rosignano Marittimo	53,01	61,81	62,55	141,7	230,35
Cecina	18,42	12,1	12,46	42,98	57,82
Bibbona	1,21	1,39	1,13	3,73	10,56
Castagneto Carducci	6,48	11,13	8,33	25,94	23,59
San Vincenzo	27,13	31,38	39,04	97,55	99,64
Piombino	59,38	87,36	93,65	240,39	351,67
Follonica	27,79	41,76	50,75	120,3	127,97
Scarlino	13,76	17,22	15,41	46,39	34,22
Castiglione della Pescaia	28,72	43,73	38,95	131,6	191,91
Grosseto	1,68	17,06	18,92	40,66	58,97
Magliano in Toscana	0	0,21	0	0,21	0,21
Orbetello	46,14	59,43	60,42	165,9	175
Monte Argentario	56,96	64,91	57,24	179,11	208,14
Capalbio	2,41	1,84	1,5	5,75	8,38

Successivamente si è svolta l'analisi diacronica sul periodo 2006-2022, e poi sul sottoperiodo 2018-2022, per valutare l'andamento del consumo di suolo.

[94] Utilizzando il criterio di prevalenza per l'assegnazione delle sezioni ai comuni, tre di questi sono stati esclusi (Montignoso, Camaiore, Vecchiano), in quanto nessuna delle sezioni ricade per più del 50% della propria superficie all'interno del loro territorio.

Sono stati calcolati due indicatori: il tasso medio di variazione e la variazione media annua.
Il primo fornisce una misura della rapidità di trasformazione ed è dato dal rapporto tra la differenza di due valori in due momenti temporali diversi e il valore meno recente tra i due. Per il periodo 2006-2022 il tasso medio di variazione è risultato pari al 2,12%, che significa un aumento di 0,63 ha per sezione di territorio in 16 anni. I picchi si osservano nei comuni turistici o portuali (Figura 209).

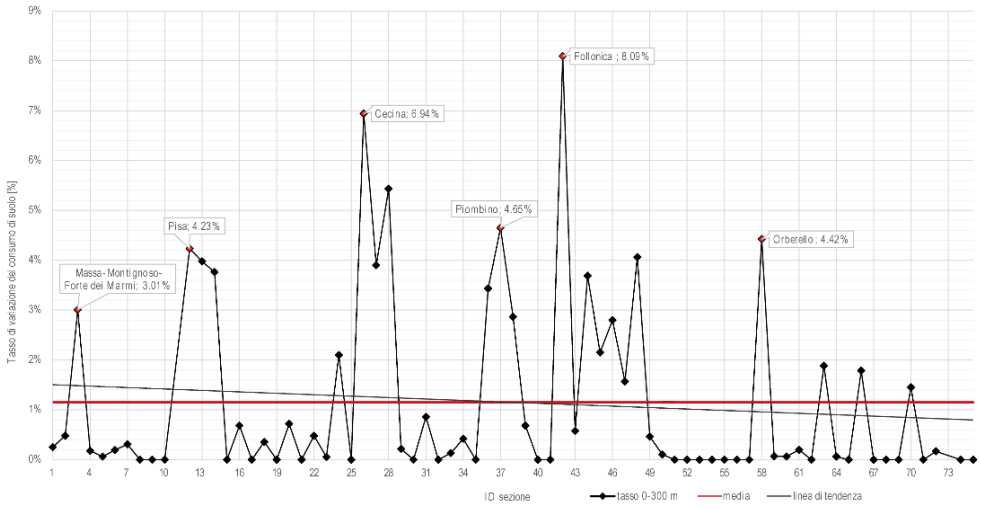


Figura 209. Distribuzione del valore in percentuale del tasso di variazione di consumo di suolo lungo le 75 sezioni di territorio equivalenti, nei primi 300 m dalla costa al 2022. In rosso è riportata la retta del valore medio, in grigio la linea di tendenza. Le sezioni nel grafico sono ordinate da nord a sud. Per comprendere meglio la geografia del territorio in esame, alcuni punti riportano le etichette con i nomi dei comuni toscani a cui appartiene l'area delle sezioni a cui fanno riferimento

La variazione media annua, calcolata dividendo la variazione totale del consumo di suolo per il numero di anni (16 tra il 2006 e il 2022), è di 270 mq (0,027 ha), pari all'1,8% della superficie di ciascuna sezione di territorio. I picchi si concentrano sempre in città portuali. Tra le sottosezioni, è risultato che quella compresa tra i 200 e i 300 m ha la maggiore incidenza (48,69%). A questa distanza sono presenti solitamente infrastrutture come parcheggi, resort, campeggi e strade di collegamento tra la spiaggia e i centri urbani. Per ragioni strutturali, tali opere non vengono realizzate in prossimità immediata della spiaggia (dove si trovano invece gli stabilimenti balneari), ma a una distanza di almeno 100-200 m da essa.
Si è fatto infine un confronto con il periodo più recente compreso tra l'anno 2018 e l'anno 2022: il tasso medio di variazione è sceso allo 0,20%, meno di un decimo rispetto al periodo 2006-2022. Anche la variazione media annua, ovvero la media del valore annuale di consumo di suolo, è scesa a 0,014 ha (140 m²) per sezione, pari allo 0,9% della loro superficie. Nel'80% delle sezioni non si registra nessuna variazione. Analizzando le sottosezioni, quella più consumata resta quella tra i 200 e i 300 m, con un'incidenza del 66%.
I dati quindi mostrano che, anche in questo sottoperiodo, la situazione nei primi 300 m della costa toscana è migliorata.
L'obiettivo dello studio è stato quello di analizzare con maggior dettaglio sia il suolo consumato (analisi sincronica), sia il consumo di suolo (analisi diacronica) lungo la fascia 0-300 m della costa toscana. Per garantire un'analisi accurata, il territorio in esame è stato suddiviso in 75 sezioni di territorio uniformi tra loro, ognuna lunga 5 km e profonda 300 m. Essendo aree circoscritte, hanno consentito un elevato

livello di dettaglio nelle osservazioni, soprattutto rispetto ad una metodologia basata sui confini amministrativi comunali. Infatti, un'analisi basata sui comuni avrebbe coinvolto solo 25 unità territoriali (25 sono i comuni costieri toscani, escludendo quelli sulle isole), molto più ampie, eterogenee e non confrontabili tra loro.
Infatti, il vantaggio principale consiste nel fatto che, essendo le dimensioni delle sezioni equivalenti, è stato possibile un confronto diretto senza il rischio di distorsioni nei risultati dovute alla variabilità dimensionale delle superfici comunali.
Un ulteriore punto di forza di questa metodologia risiede nella possibilità di condurre l'analisi lungo due direzioni spaziali, utile a comprendere in modo ancor più articolato le trasformazioni del territorio costiero. La prima dimensione è quella longitudinale, che segue l'andamento della costa da nord a sud. La seconda è quella di tipo trasversale che considera invece la direzione mare-entroterra e permette di analizzare come si distribuisce il fenomeno del consumo di suolo e come vari man mano che ci si allontana dalla linea di costa. Questa analisi permette di osservare la variazione del gradiente di urbanizzazione tra le aree prossime alla costa e quelle retrostanti.
Lo studio condotto però è caratterizzato anche da un limite significativo/non trascurabile: il ridisegno della linea di costa è avvenuto manualmente. Un margine di errore, secondo i criteri selezionati per il tracciamento, è quindi inevitabile, soprattutto considerando i tratti più irregolari o in prossimità delle aree portuali.
Alla luce di questi vantaggi e delle criticità emerse, lo studio si propone come una sperimentazione metodologica per un'analisi del consumo di suolo e del suolo consumato litoraneo, consapevole delle difficoltà che comporta un'osservazione accurata in un contesto così dinamico e fragile come quello costiero.
Ad ogni modo, dai risultati ottenuti risulta evidente come l'area esaminata, dagli 0 ai 300 m dalla linea di costa, sia altamente compromessa con un valore medio del coefficiente di urbanizzazione pari al 25%.
Dato il suo grande valore ambientale, paesaggistico e sociale, ma al tempo stesso data la sua esposizione a continue pressioni, è necessario che le politiche di governo del territorio diano più attenzione alla gestione della costa. Bisogna da una parte fermare il consumo di suolo, dall'altro promuovere strategie di recupero e riqualificazione dei volumi esistenti o introdurre interventi come la depavimentazione e la rinaturalizzazione, per cercare di ripristinare il più possibile gli ecosistemi compromessi. Affinché ciò avvenga in modo efficace, è necessario un approccio coordinato che coinvolga istituzioni, tecnici e cittadinanza e una maggiore consapevolezza del valore del paesaggio costiero. Dire che "il mare senza coste non esiste" non è solo un'affermazione simbolica, ma un richiamo all'importanza di tutelare le interazioni tra terra e mare.

ASPETTATIVE DI CONSUMO DI SUOLO E VALORI FONDIARI E NELL'ALTA PIANURA TREVIGIANA

Tiziano Tempesta (Università degli Studi di Padova)

Secondo la teoria economica, il prezzo di un terreno agricolo, come quello di qualsiasi investimento mobiliare o immobiliare, dipende da due componenti: il reddito che può fornire e le aspettative di incremento del valore attese.
Il reddito, che nel caso dei terreni agricoli viene definito beneficio fondiario (Bf), è dato dalla differenza tra il valore di mercato delle merci vendute e tutti i costi necessari per coltivare un determinato fondo a cui vanno aggiunti eventuali contributi pubblici. L'entità del Bf dipende dalle caratteristiche ambientali, dalla dotazione di investimenti fondiari, dalla vicinanza ai mercati e dalle capacità imprenditoriali. Il prezzo della terra è dato dall'accumulazione all'attualità dei Bf futuri.
A livello locale, in contesti in cui i primi tre fattori sono sostanzialmente omogenei, il prezzo è fortemente influenzato dalle caratteristiche dei proprietari e degli imprenditori agricoli. A parità di altri fattori e in presenza di un'offerta di terra limitata, è possibile che i prezzi di mercato siano superiori quando gli acquirenti abbiano una maggiore capacità imprenditoriale (Tempesta *et al*., 2021).
Gli incrementi di valore attesi, in aree sviluppate dal punto di vista economico, possono derivare essenzialmente da cambi di destinazione d'uso dei suoli, cioè dalla possibilità che in futuro il suolo sia reso edificabile oppure sia interessato da altre attività quali ad esempio l'escavazione di materiali inerti. Si noti che, almeno in linea teorica, nelle zone classificate come agricole dagli strumenti urbanistici (Zona E), la possibilità di costruire fabbricati ad uso residenziale o produttivo dovrebbe essere molto contenuta e sostanzialmente limitata alle sole esigenze connesse alla coltivazione del fondo. In realtà in presenza di un differenziale di reddito elevato tra uso agricolo e altri usi alternativi, anche con probabilità piuttosto contenute che il cambio d'uso avvenga in un arco temporale di medio-lungo periodo, vi può essere un significativo incremento del valore dei terreni (Tempesta, 2018).
La differenza tra prezzo di mercato e valore derivante dall'accumulazione all'attualità del Bf è pari al valore derivante dalle aspettative di cambio d'uso e può costituire una misura delle aspettative di incremento del consumo di suolo degli operatori di mercato.
L'analisi dei fattori che influenzano il prezzo dei terreni agricoli può pertanto essere un utile strumento per capire quanto rilevanti siano le aspettative di cambio d'uso e del conseguente consumo di suolo.
Alla luce di tali considerazioni, l'area posta tra le città di Treviso e di Montebelluna, costituisce un caso di studio particolarmente interessante. In passato, anche a causa di politiche urbanistiche che per molti versi hanno assecondato i desideri degli operatori economici, in quest'area si è formata una diffusa rete di insediamenti residenziali e produttivi. La possibilità che un terreno agricolo possa divenire edificabile in futuro è pertanto tutt'altro che remota. Di recente, inoltre, il territorio è stato attraversato dalla "Superstrada Pedemontana Veneta" (SPV) e al suo interno ricadono tre caselli autostradali. Al riguardo si può supporre che la SPV, migliorando l'accessibilità di tutta l'area, abbia favorito l'aumento della domanda di suoli per usi extra-agricoli e delle aspettative di consumo di suolo.
Il territorio analizzato è costituito dai comuni di Povegliano, Paese, Vedelago, Volpago del Montello, Trevignano, Giavera del Montello e Montebelluna posti nell'alta pianura trevigiana e ha una superficie di circa 260 km^2.
Nell'indagine sono stati considerati solo i terreni pianeggianti escludendo la parte collinare dei comuni di Montebelluna, Volpago del Montello e Giavera del Montello.
Dal punto di vista pedologico i suoli si possono suddividere in due categorie ben distinte (ARPAV, 2008):

- terreni con prevalenza da ghiaie e sabbie che occupano la maggior parte dell'area di indagine. Sono caratterizzati da una elevata permeabilità e ridotta fertilità;

- terreni in cui sono presenti argille, limi e ghiaie, che occupano una ristretta fascia posta a nord dell'area di studio ai piedi della collina del Montello. Sono caratterizzati da una minore permeabilità e da una maggiore capacità di immagazzinare l'acqua.

Tutto il territorio considerato è compreso nell'area irrigua del Consorzio di Bonifica Piave. Mentre in passato il territorio era irrigato con il metodo per scorrimento superficiale, attualmente è in corso un progetto di trasformazione a favore di sistemi irrigui in pressione che consentono di consumare meno acqua e rendono più flessibile lo svolgimento delle operazioni irrigue. Circa due terzi del territorio dell'area di studio sono ancora irrigati per scorrimento.

Dal punto di vista economico l'area si caratterizza per una notevole diffusione di attività artigianali e industriali e per l'elevata dispersione territoriale sia delle aree residenziali che di quelle produttive. I comuni di Montebelluna, Giavera del Montello, Volpago del Montello e Trevignano fanno parte del distretto industriale "Sportsystem di Asolo e Montebelluna". In passato anche i comuni di Vedelago e Ponzano Veneto facevano parte del cosiddetto "distretto dello scarpone e della calzatura sportiva". Secondo i dati del Piano Territoriale Provinciale nei comuni sono presenti 109 insediamenti produttivi di cui il 65% ha una superficie inferiore a 5 ettari[95].

Il comune di Montebelluna ha una popolazione di circa 31.000 abitanti ed è un polo urbano di rilevanza regionale.

Dal punto di vista infrastrutturale, tutto il territorio è attraversato da una fitta rete di strade comunali, provinciali e statali che rendono facilmente raggiungibili in breve tempo tutti i centri abitati e i poli urbani maggiori di Montebelluna, Treviso e Castelfranco. Nel 2023 è stata portata a termine la realizzazione del tratto della Superstrada Pedemontana Veneta a pagamento che attraversa in senso Est-Ovest il territorio dei comuni analizzati. Nei comuni sono presenti tre caselli autostradali. La Superstrada consente di collegare rapidamente tutto il territorio alle autostrade A4, A31 e A27.

Con riferimento ai possibili effetti esercitati sui valori fondiari vanno infine richiamati la presenza di un aeroporto e di una diffusa attività di escavazione. Le aree poste nei pressi dell'aeroporto militare di Istrana sono gravate da un vincolo aeroportuale che le rende di fatto inedificabili.

Infine, per quanto attiene le cave, data la natura geologica dei terreni, tutto il territorio è stato oggetto di una intensa attività di escavazione nel secondo dopoguerra tanto che, secondo i dati riportati nel Piano Territoriale Provinciale all'inizio degli anni Duemila le cave attive occupavano una superficie di 797 ha e quelle non più attive 200 ha.

Per analizzare il mercato fondiario, sono stati rilevati 225 atti di compravendita, avvenuti tra il 2017 e il 2021, relativi a terreni ubicati in zona agricola (zona E) e privi di fabbricati.

Tutte le compravendite sono state georeferenziate. È stato così possibile costruire un database contenente sia informazioni desumibili direttamente dagli atti di compravendita (superficie, prezzo, caratteristiche dei venditori e degli acquirenti, presenza di servitù e altri vincoli) sia informazioni ottenute tramite l'uso degli shapefile presenti nel geoportale della regione Veneto (caratteristiche dei suoli, tipo di irrigazione, cave, distanza dai centri abitati e dalle strade).

Per individuare i fattori che possono influire sul prezzo dei terreni agricoli è stato impiegato il metodo dall'*Hedonic Pricing* (HP) che si basa sulla stima di una funzione che pone in relazione il logaritmo del prezzo unitario (p) alle caratteristiche dell'immobile (xi):

$$Ln(p) = \sum_{i=1}^{n} \beta_i \cdot x_i$$

[95] Si noti che la superficie dei comuni che fanno parte dell'area di studio è superiore a quella su cui sono stati rilevati i valori fondiari poiché comprende anche le aree collinari.

In questi modelli se la variabile indipendente x_i è continua, il coefficiente β_i moltiplicato per 100 è pari alla variazione percentuale del prezzo determinato da una variazione marginale di una data caratteristica. Per le variabili dummy invece vale la relazione:

$$\text{Variazione \% prezzo} = 100\ [exp(\beta_i)-1]$$

Il modello è stato stimato utilizzando il metodo dei minimi quadrati e le variabili indipendenti sono state selezionate tramite procedura di regressione *stepwise*.
Per stimare l'effetto della distanza dai centri abitati e dai caselli della SPV sono stati calcolati due indici di accessibilità:

- indice distanza da centri urbani (m) = 4.000 - distanza dal più vicino centro abitato
- indice distanza dal più vicino casello della SPV (m) = 8.559 – distanza dal più vicino casello.

in cui 4.000 e 8.559 costituiscono rispettivamente la distanza massima dei fondi rilevati rispettivamente dai centri abitati e dai caselli della SPV.
Il vantaggio dell'utilizzo di questi due indici al posto della semplice distanza è dato dal fatto che in questo modo è possibile stimare l'incremento di valore dei terreni agricoli nel passare dalla distanza maggiore a quella minore avendo come riferimento base il prezzo dei terreni che sono meno influenzati da aspettative di cambio d'uso.
Gli appezzamenti venduti hanno una superficie media di circa 11.000 m^2 che varia da poco più di 100 m^2 a oltre 133.000 m^2. Nell'87% delle vendite la superficie è stata minore di 2 ha. Il mercato fondiario nell'area di studio riguarda perciò in prevalenza fondi di piccole dimensioni.
Il prezzo medio al m^2 è di 8,46 € per m^2, un importo decisamente elevato considerando che si tratta di un territorio di pianura privo di una specifica vocazione produttiva. Molto alta è anche in questo caso la variabilità con prezzi che variano da €2,37 a €24,8 per m^2.
Il 72% dei terreni venduti non è gravato da alcuna servitù. Quella più diffusa è la servitù da elettrodotto (9,3%) seguita da quelle da metanodotto e di acquedotto (8,4%). Molto più diffuse sono invece le fasce di rispetto quali quella stradale (30,7%) e quella derivante dalla presenza di corpi idrici (27,6%). Anche se meno diffuse, assumono particolare rilevanza per le restrizioni che impongono all'attività edificatoria e colturale le fasce di rispetto aeroportuale (10,7%).
Le aree edificate o interessate da altri usi urbani (strade, parcheggi, parchi urbani, etc.) occupano mediamente il 14,2% dei terreni posti nel raggio di 250 m dal fondo venduto. Tale percentuale è però notevolmente variabile e supera il 30% nel 17% dei terreni venduti. Tale dato rispecchia la situazione di tutta l'alta pianura veneta caratterizzata da un rilevante dispersione insediativa. Ne consegue che la distanza dalle principali frazioni dei comuni o dal centro municipale è generalmente piuttosto limitata non superando i 4 km nel primo caso e gli 8,4 km nel secondo. Tutti i terreni venduti sono perciò facilmente raggiungibili partendo dai principali nuclei abitati. In media la distanza dalla più vicina strada asfaltata è di soli 166 m e non supera i 1.700 m. Partendo dagli appezzamenti venduti si può inoltre raggiungere in poco tempo la rete viaria principale costituita dalle strade provinciali e regionali. Data l'elevata e facile accessibilità, se ne può dedurre in definitiva che una larga parte del territorio analizzato può essere interessata da aspettative di edificazione.
In tutto il territorio analizzato è fortemente diffusa l'attività di cava. Tale dato trova riscontro anche nei terreni venduti che mediamente distano circa 1.700 m da una cava attiva o dismessa. Comunque, solo il 3.6% dei terreni venduti si trova ad una distanza inferiore a 300 m e per tale motivo si può presumere che le cave non dovrebbero aver avuto un rilevante effetto sul prezzo.
Un ultimo fattore territoriale che può incidere sulla diffusione della rendita urbana è dato dalla costruzione delle Superstrada Pedemontana Veneta che, come visto, attraversa tutto il territorio di studio. La

distanza dai tre caselli autostradali, che consentono un rapido collegamento alla rete autostradale nazionale, è mediamente di 3.889 m passando da un minimo di 413 m a un massimo di 8.559 m. La realizzazione di questa opera viaria presumibilmente può aver aumentato notevolmente l'accessibilità di larga parte del territorio in esame.
Dal punto di vista delle caratteristiche giuridiche delle imprese, è interessante osservare la presenza di una notevole differenza tra acquirenti e venditori. Il 92,0% dei venditori è costituito da persone fisiche. Tale percentuale è notevolmente inferiore tra gli acquirenti (62,7%) tra i quali invece sono molto più numerose sia le società semplici (25,8%) che quelle di capitali (11,6%). La rilevanza delle società nel mercato fondiario è ancora maggiore se si considera la superficie acquistata e la somma spesa per acquistare i terreni: le società hanno acquisito il 54% dei terreni venduti e speso il 58% delle somme investite nell'acquisto di terra. Date le finalità della ricerca è risultato interessante analizzare le caratteristiche delle società di capitali coinvolte nelle compravendite di cui è stato possibile individuare il settore di attività tramite un'indagine on line. Come si può vedere nella Tabella 133, negli ultimi anni sembra essere in atto una modifica dei soggetti interessati all'acquisto di terra. La crisi del mercato edilizio ha indotto numerose società dedite all'escavazione di inerti a vendere i propri terreni. All'opposto, probabilmente per l'effetto della realizzazione Superstrada Pedemontana Veneta, è aumentata la presenza sul mercato dei terreni agricoli di società industriali e immobiliari. D'altro canto, è aumentata la quantità di terreni di proprietà delle società che operano in settori extra-agricoli.

Tabella 133. Società di capitali che hanno venduto o acquistato terreni per settore di attività

Settore di attività	Venditori		Acquirenti	
	N	%	N	%
Escavazione inerti	5	33,3	0	0,0
Commercializzazione prodotti agricoli e per l'agricoltura	2	13,3	0	0,0
Agricoltura	6	40,0	9	34,6
Industria	2	13,3	12	46,2
Società immobiliari	0	0,0	5	19,2
Totale	15	100,0	26	100,0

Il modello stimato (Tabella 134) ha una discreta capacità interpolante (r quadro = 0,458). Tutte le variabili sono significative con almeno il 95% di probabilità ed è sostanzialmente coerente con quanto emerso in altri studi analoghi (Agosta *et al*., 2025). Il modello pone in evidenza che la prossimità ai centri abitati costituiti dalle frazioni principali dei comuni e ai caselli della SPV aumenta in modo consistente il prezzo dei terreni agricoli mentre un'elevata presenza di seminativi nel raggio di 250 m, e quindi l'assenza di insediamenti, lo riduce. All'opposto il prezzo si riduce notevolmente in presenza della servitù aeroportuale o da elettrodotto nel caso in cui quest'ultima interessi in modo rilevante il fondo. Il modello pone inoltre in evidenza che anche le caratteristiche degli acquirenti influenzano i prezzi e che, come atteso, una maggiore imprenditorialità li fa aumentare. I prezzi sono infatti maggiori nel caso delle società che hanno la qualifica di imprenditore agricolo professionale e delle società di capitale.
Per stimare l'effetto delle aspettative di cambio d'uso sui valori fondiari è preliminarmente necessario determinare quale sia il prezzo delle aree che, a causa di vincoli di natura giuridica, o ambientale tale possibilità è interdetta o trova forti limitazioni. Al riguardo si può supporre che la servitù aeroportuale e la presenza di una servitù da elettrodotto che interessa in modo rilevante l'appezzamento venduto comportino di fatto l'impossibilità di edificare il terreno. Inoltre, il prezzo si abbassa nei terreni circondati solo da campi coltivati nel raggio di 250 m.
Nel caso degli acquirenti non dotati di spiccate capacità imprenditoriali, il prezzo di un terreno gravato da servitù aeroportuale e da elettrodotto, circondato solo da seminativi, posto ad una distanza di 4.000

m da un centro abitato e di 8.559 m dal più vicino casello della SPV è pari a 3,91 € al m^2. In assenza delle due servitù il prezzo aumenta e passa a 5,23 € al m^2 (+33,7%). Qualora il fondo fosse stato venduto in prossimità di un casello e i seminativi occupassero il 30% della superficie il prezzo sarebbe di 7,59 € al m^2 (+94.1%), mentre se fosse ubicato in prossimità di un centro abitato il prezzo sarebbe stato di 8,15 € al m^2 (+108,6%)[96].

Tabella 134. Il modello del prezzo edonico stimato. Variabile dipendente: logaritmo del prezzo per metro quadro

Variabile	Coefficiente	Errore standard	t	Probabilità
Permeabilità dei suoli moderatamente bassa	0,16580	0,06705	2,47000	0,01400
Percentuale del territorio con basso rischio di allagamento nel raggio di 500 m	0,01263	0,00509	2,48000	0,01400
Frazione del suolo occupata dai seminativi nel raggio di 250 m	-0,27251	0,11927	-2,28000	0,02300
Frazione del suolo occupata da boschi e siepi nel raggio di 250 m	-1,15447	0,55616	-2,08000	0,03900
Indice distanza da centri urbani (m)*	0,0000636	0,00002	3,07000	0,00200
Indice distanza dal più vicino casello della Superstrada Pedemontana Veneta (m)**	0,0000213	0,00001	2,09000	0,03800
Servitù da elettrodotto rilevante	-0,13229	0,06265	-2,11000	0,03600
Vincolo aeroportuale	-0,15800	0,06414	-2,46000	0,01500
Comune di Montebelluna	0,18551	0,04554	4,07000	0,00000
Società di persone costituite da imprenditori agricoli professionali	0,14372	0,03930	3,66000	0,00000
Società di capitali costituite da imprenditori agricoli professionali	0,35456	0,08291	4,28000	0,00000
Società di capitali non costituite da imprenditori agricoli professionali	0,23344	0,06246	3,74000	0,00000
Venditori tutti residenti nello stesso comune dove è ubicato il terreno venduto	0,08852	0,03223	2,75000	0,00700
Vendita tra parenti	-0,20054	0,05314	-3,77000	0,00000
Terreno venduto nel 2020 o nel 2021	-0,09247	0,03320	-2,78000	0,00600
costante	1,92595	0,14067	13,69000	0,00000

N = 225
R quadro = 0,486
*L'indice è stato calcolato nel modo seguente: 4000 – distanza dal più vicino centro abitato
**L'indice è stato calcolato nel modo seguente: 8559 – distanza dal più vicino casello della Superstrada Pedemontana Veneta

I risultati dell'analisi dei valori fondiari nell'area indagata pongono in evidenza, in primo luogo, che in tutto il territorio vi è una diffusa aspettativa di cambio d'uso dei suoli. Si può ad esempio stimare che l'aumento di valore di terreni lontani sia dalle aree edificabili che dai caselli stimato con il modello corrisponda ad una probabilità che l'area divenga edificabile nei prossimi 15-20 anni del 2-3%. A mano

[96] Qualora il terreno fosse stato acquistato da società di persone costituite da imprenditori agricoli professionali, società di capitali costituite da imprenditori agricoli professionali, società di capitali non costituite da imprenditori agricoli professionali i prezzi andrebbero aumentati rispettivamente del 15,4%, del 42,5% e del 26,3%. Date le caratteristiche matematiche del modello la variazione percentuale dei prezzi dovuta alla vicinanza ai centri abitati o ai caselli rimarrebbe la stessa.

a mano che ci si avvicina ai centri urbani o ai caselli della SPV tale probabilità aumenta e si riduce l'arco temporale in cui la secondo gli operatori di mercato tale trasformazione potrebbe avvenire. Vi sarebbe una probabilità del 6-7% di un cambio d'uso nei prossimi 10-15 anni o del 9-10% che avvenga nei prossimi 20-25 anni.
Il modello pone in evidenza che la realizzazione di una infrastruttura viaria di fatto incrementa le aspettative che il suolo sia urbanizzato anche in un arco temporale di medio-lungo periodo. Inoltre, emerge che per certi versi il consumo di suolo si autoalimenta ingenerando nuove aspettative di cambiamento d'uso che si riflettono sui prezzi dei terreni agricoli.
Quest'ultimo aspetto ha una rilevanza tutt'altro che trascurabile poiché ha delle ovvie ricadute a livello di politica territoriale: se i cittadini si aspettano che il consumo di suolo aumenti, le amministrazioni locali finiranno alla lunga per assecondare queste aspettative. E questo nonostante la notevole contrazione della domanda di aree edificabili conseguente alla crisi dei mutui subprime del 2007 e l'adozione da parte della regione Veneto di una normativa volta a contenere il consumo di suolo (legge regionale n. 14 del 2017) e a restituire all'agricoltura aree destinate ad usi urbani dai vigenti strumenti urbanistici (art. 7 legge regionale n. 4 del 2015). Al riguardo, va anche osservato che, in base ai dati censuari, nel Veneto nel 2020 quasi il 25% delle abitazioni risulta non utilizzato dai proprietari o concesso in affitto a residenti stabili nel comune, rispetto al 15% del 2000. Uno studio recente ha inoltre posto in evidenza che circa l'11% dei capannoni presenti nella regione non sono attualmente utilizzati. Nella regione vi è perciò una sovra dotazione sia di abitazioni che di fabbricati ad uso produttivo.
La presenza di tale discrasia tra le aspettative espresse dagli operatori di mercato e il quadro normativo regionale può avere varie spiegazioni. Innanzitutto, l'arco temporale di riferimento per l'eliminazione del consumo di suolo (2050) corrisponde all'incirca alle aspettative di cambio d'uso degli operatori di mercato nell'area oggetto di studio. In secondo luogo, non va trascurato che la normativa regionale contiene alcune zone d'ombra che per certi versi possono alimentare delle aspettative di cambio di destinazione d'uso che vanno al di là delle quantità di suolo consumabile entro il 2050.
Non va comunque trascurato che anche gli operatori di mercato non sempre hanno delle aspettative razionali rispetto alle reali dinamiche di mercato e ad alla loro evoluzione futura e questo può alimentare la formazione di bolle immobiliari, cioè la formazione di prezzi che non sono giustificati alla luce delle dinamiche di mercato (Shiller, 2005).
Va infine evidenziato che, quando il valore dei suoli è superiore a quello derivante dalla coltivazione dei fondi, inevitabilmente le aziende agricole avranno maggiori difficoltà ad aumentare le proprie dimensioni e questo finirà per ridurne la redditività e la competitività. Le aspettative di cambio d'uso dei suoli possono perciò avere un effetto negativo indiretto sulla capacità del settore agricolo di produrre alimenti a prezzi convenienti e concorrenziali e questo alla lunga può ridurre l'entità dei servizi ecosistemici prodotta dal settore agricolo.

IL PROGETTO HORIZON EU BENCHMARKS NEL CONTESTO DELL'ANALISI DEI SUOLI URBANI

Marialaura Bancheri[1], Angelo Basile[1], Roberto De Mascellis[1], Paolo Di Lonardo[2], Giuliano Ferraro[3], Giuliano Langella[1], Piero Manna[1], Florindo Antonio Mileti[3], Luciana Minieri[3], Nada Mzid[3], Carlo Perreca[3], Lucio Pisano[1], Simona Vingiani[3], Fabio Terribile[3]

[1] CNR ISAFOM
[2] Soil Biology Group, Wageningen University and Research
[3] CRISP - Università di Napoli Federico II

Introduzione

Questo contributo mira a far conoscere un importante progetto europeo focalizzato sulla salute del suolo (Soil Health) e riporta i primi risultati ottenuti in un caso studio italiano (Comune di Parete in provincia di Caserta) in ambiente urbano.

Il progetto BENCHMARKS nasce in risposta a una sfida critica per il futuro dell'Europa: il degrado del suolo. È ben noto che la Commissione Europea stima che il 60-70% dei suoli europei sia attualmente in uno stato non sano a causa di inquinamento, compattazione, perdita di carbonio organico e altre forme di degrado. In linea con iniziative strategiche come il Green Deal e la strategia Farm-to-Fork, la Missione europea "Soil Health and Food" (SH&F) ha fissato l'ambizioso obiettivo di portare il 75% dei suoli a uno stato di salute buono o notevolmente migliorato entro il 2030 (https://mission-soil-platform.ec.europa.eu/).

Il problema principale che il progetto intende risolvere è la mancanza di armonizzazione dei sistemi di monitoraggio del suolo in Europa. Infatti, gli approcci attuali sono spesso basati su un set minimo di indicatori chimici, escledendo indicatori di tipo biologico e chimico. e non interoperabili tra i diversi Stati membri e i diversi settori (es. agricoltura, silvicoltura, aree urbane). Questa disconnessione impedisce una valutazione coerente della "soil health" a livello continentale e ostacola lo sviluppo di politiche efficaci e di schemi di incentivazione basati su dati scientifici solidi.

BENCHMARKS (https://soilhealthbenchmarks.eu/) si propone come soluzione, sviluppando un quadro di monitoraggio (framework) multi-scala e multi-utente che sia trasparente, armonizzato, scientificamente valido e conveniente.

BENCHMARKS è coordinato dalla Wageningen University and Research e vede coinvolti 28 partners tra cui – per l'Italia – L'Università degli Studi di Napoli Federico II ed il CNR ISAFOM Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo).

Il progetto si articola attorno a sei obiettivi:

1. Co-sviluppare un Framework Integrato per il Monitoraggio della "Soil Health" insieme a stakeholder in 24 casi studio europei, per fornire misurazioni di indicatori armonizzate e convenienti.
2. Testare e validare gli indicatori proposti dalla Missione SH&F e altri indicatori innovativi per diversi usi del suolo (agricoltura, silvicoltura, urbano) e a diverse scale (locale, paesaggio, regionale, europea), stabilendo soglie di riferimento specifiche per ogni contesto.
3. Sviluppare un protocollo di campionamento europeo che possa supportare le politiche dell'UE (es. LULUCF - Land Use, Land Use Change and Forestry), coordinandosi con il Joint Research Centre (JRC) per l'integrazione con le future campagne di monitoraggio LUCAS (Land Use/Cover Area Frame Survey).
4. Supportare il JRC e l'Osservatorio Europeo del Suolo (EUSO) nello sviluppo di una "Soil Health Dashboard" (cruscotto digitale), specie in relazione a contesti sito specifici (agricoltura, foreste, urbano), contribuendo quindi a mappature più specifiche e mirate rispetto alle attuali mappature prodotte dal JRC.

5. Garantire che dati e protocolli siano FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable)
6. Assicurare un impatto duraturo tramite attività di co-sviluppo, comunicazione e disseminazione, garantendo che i risultati siano rilevanti e applicabili per tutti gli stakeholder, dai responsabili politici alle aziende della filiera e ai gestori del territorio.

Metodologia
Il cuore del progetto è un approccio transdisciplinare e partecipativo, basato su tre pilastri metodologici:
1. 28 casi studio, distribuiti in 17 regioni europee - aree agricole, forestali e urbane - sono laboratori viventi, dove ricercatori, agricoltori, pianificatori urbani, cittadini e imprese collaborano per testare e validare gli indicatori in contesti reali, garantendo che le soluzioni siano pratiche e pertinenti.
2. Framework Integrato per il Monitoraggio della "soil health" (ISHMF): uno strumento-guida che consente a diversi utenti (es. un agricoltore, un'azienda alimentare, un'amministrazione pubblica) di selezionare gli indicatori più adatti in base a:
   a) Contesto: obiettivo del monitoraggio, uso del suolo, condizioni pedo-climatiche, scala di valutazione e tipo di utente.
   b) Metriche di Monitoraggio: dalle pratiche gestionali (cosa si fa) ai risultati a breve termine, fino agli esiti a lungo termine (che impatto si ottiene).
   c) Scala.
3. Misurazioni degli Indicatori: un approccio integrato basato su tre fonti di dati.
   Per superare i limiti dei metodi tradizionali, BENCHMARKS adotta l'approccio "Sample, Space, Stats", che integra tre modalità complementari di raccolta dati:
   Sample: analisi di laboratorio e misurazioni sul campo, precise ma costose, ideali per la scala locale. Space: tecnologie di remote and proximal sensing (es. satelliti Copernicus/Sentinel, droni, telerilevamento, sensori geofisici) per ottenere indicatori proxy su vaste aree (scala di paesaggio e regionale).
   Stats: utilizzo di dati esistenti da database nazionali ed europei (es. LUCAS, SoilGrids) e modelli per derivare informazioni e colmare le lacune informative.

Un'altra innovazione chiave è il "Logical Sieve" (Zwetsloot et al., 2022), un algoritmo che classifica e seleziona i migliori indicatori basandosi su pertinenza funzionale, applicabilità all'uso del suolo e 13 criteri tecnici (costo, logistica, standardizzazione, etc.).

Risultati attesi e impatti
1. Un framework armonizzato ed economicamente sostenibile per la misurazione della "soil health".
2. Una revisione scientifica degli indicatori proposti dalla Missione SH&F, testati e validati nei 28 casi studio.
3. Uno strumento integrato di valutazione della soil health (Soil Health Dashboard) che connette indicatori, funzioni del suolo e servizi ecosistemici, sviluppato in collaborazione con il JRC.
4. Una base scientifica solida per la definizione di schemi di incentivazione destinati alle imprese delle filiere agroalimentari e non solo.
Impatto Scientifico: Creazione di un linguaggio comune e di una metodologia standardizzata per la valutazione della "soil health" in Europa, in linea con la EU Soil Strategy e a supporto della futura Legge sul Suolo.
Impatto Economico: Messa a disposizione di strumenti concreti per le aziende (coinvolte almeno 24 filiere) utili per sviluppare strategie di sostenibilità e programmi di incentivazione basati su dati oggettivi, rendendo la "soil health" un asset misurabile e valorizzabile.
Impatto Sociale: Coinvolgimento attivo di oltre 480 gestori del territorio (agricoltori, forestali, pianificatori), promozione della "soil literacy" tra i cittadini e contributo diretto al miglioramento della salute del

suolo, con benefici concreti per: qualità del cibo, purezza dell'acqua, biodiversità e resilienza ai cambiamenti climatici.

Focus sui suoli urbani

Il progetto BENCHMARKS dedica un'attenzione specifica ai suoli urbani, riconoscendoli come una componente fondamentale del paesaggio europeo. Questo rappresenta una solida base per analisi più approfondite.

L'uso del suolo "Urbano" è uno dei tre pilastri del progetto, insieme ad "Agricoltura" e "Silvicoltura", garantendo che metodologie e indicatori vengano sviluppati e testati anche per questo contesto specifico. I casi di studio previsti per il contesto dei suoli urbani sono cinque: Amsterdam, Brno, Nancy, Oslo e Parete.

Expertise e Dati Esistenti: il consorzio include partner con esperienza e accesso a database specifici sui suoli urbani. Il progetto, ad esempio, si avvarrà dei dati provenienti da iniziative francesi come "ADEME-SUPRA" (focalizzato sulla pianificazione urbana in relazione alle risorse del suolo) e "SNO Observil" (una rete di osservazione degli ambienti urbani).

Stakeholder Specifici: l'approccio partecipativo del progetto coinvolgerà stakeholder tipici del contesto urbano, come pianificatori territoriali, amministrazioni comunali e cittadini, per definire obiettivi di "soil health" pertinenti alle loro esigenze (es. gestione delle acque piovane, creazione di spazi verdi, agricoltura urbana, riutilizzo di suoli sigillati).

Questa struttura rende BENCHMARKS una piattaforma ideale per approfondire le problematiche dei suoli urbani, come la contaminazione, la compattazione, la sigillatura e il loro ruolo nel fornire servizi ecosistemici essenziali per la salute e il benessere dei cittadini.

Il caso studio di Parete (CE)

In Campania è stato individuato un caso studio sui suoli urbani nel Comune di Parete in provincia di Caserta. Grazie alla disponibilità e alla collaborazione delle amministrazioni locali, è stato possibile collocare qui il laboratorio dedicato allo studio dei suoli in contesto urbano. Il caso specifico, affrontato nel progetto BENCHMARKS considera le aree verdi all'interno del denso tessuto urbano che assumono ancora maggiore importanza se a beneficiare, di queste aree, sono i più giovani. L'area oggetto di studio è uno spazio di ricreazione scolastica di adolescenti, spesso impraticabile a causa delle condizioni del suolo. Il compattamento superficiale dovuto al calpestamento compromette infatti l'infiltrazione dell'acqua piovana, mentre durante le stagioni secche porta alla formazione di polveri che possono essere dannose per la salute dei ragazzi. In questo caso studio si punta a testare diverse soluzioni per il miglioramento della struttura degli strati superficiali del suolo. Contestualmente, il gruppo di lavoro coinvolto nelle attività di ricerca, ha avviato uno studio le cui prime fasi sono l'oggetto di questo contributo, mirato all'analisi su più ampia scala, delle relazioni tra condizioni dei suoli (focalizzandosi in una prima fase su parametri fisici e morfologici) e il grado di frammentazione urbana del territorio circostante. L'approccio adoperato parte dal presupposto che la comprensione dei fenomeni di degrado dei suoli e della loro variabilità spaziale in contesti urbani debba necessariamente basarsi sull'utilizzo di informazioni ad alta risoluzione spaziale e di un insieme di tecniche di telerilevamento, GIS e statistica spaziale che, attraverso classificazioni ad oggetti, metriche di paesaggio, modelli di connettività e approcci multiscala, quantificano la configurazione e la frammentazione delle superfici urbanizzate, permettendo di correlare tali pattern al grado di degrado dei suoli.

I suoli nel territorio

L'analisi dei suoli urbani del Comune di Parete parte necessariamente dalle informazioni disponibili sulla pedologia del territorio. Facendo riferimento ad un lavoro già pubblicato (Vingiani et al. 2018), si

evince che l'area ricade nella pianura pedemontana flegrea, caratterizzata da suoli sviluppatisi su antiche ceneri vulcaniche di eruzioni pliniane che hanno ricoperto vaste porzioni della pianura. Questa origine comune conferisce ai suoli una bassa variabilità spaziale, rendendoli relativamente omogenei da un punto di vista pedologico. Tale omogeneità rappresenta un vantaggio per il nostro studio, poiché riduce la complessità interpretativa e consente di attribuire con maggiore chiarezza le differenze osservate agli effetti dell'urbanizzazione, piuttosto che a fattori intrinseci di variabilità naturale dei suoli.
Si tratta di suoli molto profondi, ben drenati, con tessitura media (franca o franco-limosa), debolmente alcalini in superficie e neutri in profondità, non calcarei, moderatamente andici. In base alla Soil Taxonomy, ricadono nella classe degli Humic Ustivitrands, mediali, misti, superattivi, termici (Figura 210).

Figura 210. Il suolo di riferimento della Pianura pedemontana flegrea

Le indagini a Parete
Le prime attività hanno riguardato l'individuazione di 20 siti di campionamento distribuiti su una superficie di circa 1 km^2 nel tentativo di cogliere la variabilità dei contesti "suolo-tessuto urbano" all'interno del Comune di Parete. La collocazione dei punti (in aree pubbliche non private) è stata effettuata a valle di una analisi della distribuzione del reticolo urbano e della densità di urbanizzazione effettuata utilizzando un approccio di classificazione supervisionata applicato a immagini Pleiades Neo ad alta risoluzione (risoluzione spaziale di 1,2 m). Un insieme di poligoni di training, rappresentativi di due classi di copertura del suolo (urbano e non urbano), è stato utilizzato per estrarre le informazioni spettrali dall'immagine. Per analizzare i pattern spaziali dello sviluppo urbano, è stata condotta un'analisi di frammentazione basata su un approccio a finestra mobile. Il raster binario classificato è stato trasformato in una superficie di densità urbana, in cui a ciascun pixel è stata assegnata la proporzione di celle urbane presenti all'interno di un intorno specificato. I valori di densità urbana sono stati successivamente categorizzati in sei classi di frammentazione secondo soglie comunemente adottate in ecologia del paesaggio: *Non urbanizzato, Isolato, Margine, Transizionale, Semi-nucleo e Nucleo*. Le mappe di frammentazione risultanti forniscono una rappresentazione spaziale esplicita del grado di urbanizzazione e della sua configurazione nell'area di studio, consentendo la quantificazione delle proporzioni di classe e delle metriche basate sui poligoni. Nella Figura 211 in basso, la collocazione dell'area in regione Campania a nord della città di Napoli e nella successiva Figura 212, un dettaglio del tessuto

urbano e della mappa di frammentazione urbana prodotta con i 20 siti di osservazione e campionamento distribuiti sul territorio.

Figura 211. Collocazione dell'area d'indagine nella regione Campania, a nord della città di Napoli

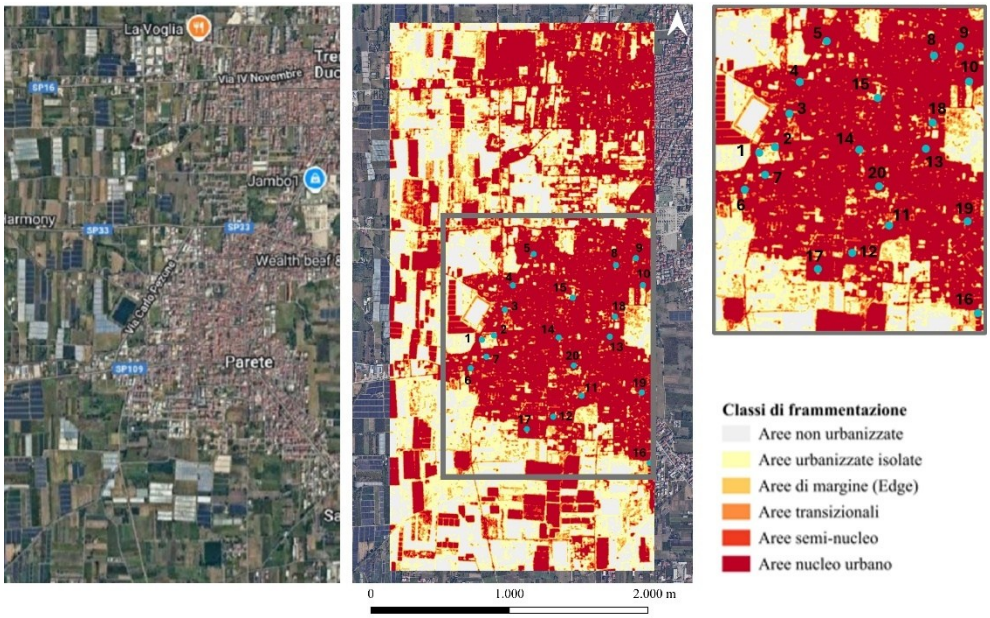


Figura 212. Dettaglio del tessuto urbano e della mappa di frammentazione urbana prodotta con i 20 siti di osservazione e campionamento distribuiti sul territorio

In ognuno dei 20 siti si è proceduto con l'apertura di profili di suolo (*minipit* fino alla profondità minima di 50cm), la descrizione ed il campionamento degli orizzonti più rappresentativi cui seguiranno analisi fisiche e chimiche di laboratorio. I siti di campionamento sono rappresentativi di aree pubbliche verdi immerse nel contesto urbano di tipologia ed estensioni molto variabili (Figura 213).

Primi risultati

Come riportato nella Figura 212, è possibile notare che i siti campionati ricadono in aree urbanizzate *isolate, di margine, transizionali*, di *seminucleo e di nucleo*, che ben rappresentando le classi di frammentazione identificate nell'area. Infatti, l'ipotesi sottesa al campionamento vedeva i suoli collocati in aree a minor grado di urbanizzazione o quantomeno in aree ai margini dell'urbanizzato, come suoli "meno maltrattati" o con segni di degrado meno evidenti.

I primi risultati sui suoli hanno evidenziato suoli con una vasta gamma di disturbi antropici quali compattamento, rimescolamento, presenza di artefatti o altri materiali di natura antropica. Tra questi processi il compattamento è sembrato il processo di degrado più importante dal punto di vista dell'impatto sui servizi ecosistemici dei suoli.

In particolare, abbiamo potuto classificare i 20 siti in base al livello di degrado fisico dei suoli, identificando 3 livelli in ordine crescente (Tabella 135).

Tabella 135. Classificazione qualitativa dei suoli osservati in riferimento al livello di degrado

Livello di degrado	Descrizione
1	Suoli molto compattati e molto antropizzati e rimescolati, con pezzi di artefatti ovunque. Orizzonti rimescolati nel profilo.
2	Suoli con presenza di orizzonti A ben evidenti, di spessore variabile. Segni di compattamento da medio a forte in profondità e presenza di artefatti sparsi.
3	Suoli naturali o antropizzati ma con segni non molto evidenti. Presenza di orizzonti A e B ben evidenti e ben strutturati, non compattati o compattati in modo lieve in profondità.

Figura 213. Alcuni dei siti campionati e dei profili di suolo

I risultati mostrano che, sui 20 suoli analizzati, 12 ricadono nella classe di massimo degrado (Classe 1), 4 presentano un degrado moderato (Classe 2) mentre i restanti 4 evidenziano un basso livello di degrado (Classe 3).
Dal confronto dei dati è emersa, limitatamente a questo caso studio, l'assenza di una significativa correlazione tra la classificazione qualitativa del degrado dei suoli e le classi di frammentazione urbana.

"CAMBIARE TUTTO PER NON CAMBIARE NIENTE": L'ITALIA VERSO L'OBIETTIVO DEL NO NET LAND TAKE

Francesco Zullo, Cristina Montaldi, Vanessa Tomei, Annamaria Felli, Emilio Marziali (Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile – Architettura e Ambientale, Università degli Studi dell'Aquila)

Il suolo è una risorsa vitale, limitata, non rinnovabile, fondamentale per economia, ambiente e società. È alla base del bisogno primario umano, habitat per innumerevoli specie, ed è direttamente soggetto agli impatti di urbanizzazione, agricoltura, deforestazione, inquinamento, con effetti sulla salute e sugli ecosistemi. Come ribadito da diversi autori, l'impermeabilizzazione è la principale minaccia ai servizi ecosistemici (Eigenbrod *et al*., 2011; Peng *et al*., 2017) oltre che l'aspetto più visibile e monitorabile. La pianificazione territoriale ha quindi un ruolo centrale, esprimendo le politiche di governo secondo norme comunitarie, nazionali e regionali. Per questo la gestione sostenibile del suolo è entrata nelle agende politiche internazionali. L'Unione Europea, da tempo impegnata sul tema, ha evidenziato che il 60% dei suoli europei è in condizioni critiche (Commissione europea, 2020) rendendo necessario un monitoraggio sistematico per attuare politiche efficaci. La *Soil Monitoring Law* affida agli Stati membri il compito di individuare punti di monitoraggio e adottare una metodologia comune (parametri fisici, chimici, biologici). Ogni Stato dovrà inoltre definire, entro cinque anni, una strategia nazionale, in linea con la Strategia europea al 2030, che punta a suoli sani e resilienti entro il 2050. Questo obiettivo si affianca a quello, ancora disatteso in Italia, del consumo netto di suolo pari a zero, per cui manca una legge quadro nazionale. La rapidità nel recepire le strategie è cruciale, ma spesso si registra un ritardo tra Direttiva e recepimento. Ciò è particolarmente vero in Italia, dove è forte il peso della burocrazia (Mattarella, 2020; Ferzetti, 2024). Nonostante ciò, l'Italia ha anticipato l'obiettivo del consumo di suolo netto zero al 2030 con il Piano per la Transizione Ecologica, pur in assenza di una legge quadro. La mancanza di coordinamento ha spinto le regioni a legiferare autonomamente, con norme spesso eterogenee (Montaldi, 2023). Tali leggi richiamano l'obiettivo del contenimento, ma affrontano la questione soprattutto da una prospettiva giuridica, trascurando gli aspetti tecnici. Il presente lavoro illustra i risultati di un'analisi delle normative regionali sul consumo di suolo, evidenziando criticità e limiti applicativi, oltre all'inefficacia di molti sistemi di monitoraggio. Queste debolezze sono acuite dalla scarsa considerazione dell'organizzazione territoriale dell'insediamento e dalla resistenza al cambiamento. Così come recita Tancredi ne "Il Gattopardo" "Cambiare tutto per non cambiare nulla" descrive bene l'attuale situazione italiana in cui frammentazione normativa e ampio ricorso a deroghe rendono il suolo consumato "invisibile" e il controllo inefficace. La rivoluzione copernicana per il suolo è ancora lontana.

Il quadro nazionale

Ogni anno ISPRA, con il proprio Rapporto, porta l'attenzione dei cittadini sulle dimensioni del fenomeno e sugli effetti che questo genera su diverse sfere e a diverse scale nonché alle perdite di servizi ecosistemici ed ai costi correlati. Ben diversi invece i discorsi di alcuni politici locali dove risuona altisonante la locuzione "*i dati ci dicono che non abbiamo consumato suolo quest'anno*" aggiungendo "*la legge è ben strutturata e sta producendo i suoi effetti*". È proprio sulle forme utilizzate negli articoli, nelle definizioni, nelle deroghe e nei sistemi di monitoraggio proposti che in Italia si sta giocando la partita legata all'arresto del consumo di suolo. Eppure, la situazione demografica e l'utilizzo del patrimonio edilizio abitativo è chiara ed incontrovertibile. Stiamo vivendo un inverno demografico da oltre un decennio: la popolazione italiana è in calo e le proiezioni ISTAT mostrano uno scenario allarmante con un calo quantificabile in circa 200.000 abitanti in meno ogni anno per i prossimi trent'anni, con effetti importanti sugli assetti socio-economici nazionali. L'altro aspetto importante che emerge dalla lettura dei dati sul numero di famiglie è che questo è sostanzialmente aumentato dal 2001 al 2021, anche se con una

energia inferiore nell'ultimo decennio (2011-2021). Va però sottolineato che il numero medio dei componenti per famiglia è in diminuzione (dai 2,61 del 2001 si passa ai 2,26 del 2021). Quello che emerge quindi è un aumento del numero di nuclei famigliari (con un numero di componenti prossimo a 2) ed un contemporaneo drastico calo del numero degli abitanti. Sempre l'Istat evidenzia come circa il 30% delle abitazioni risulta essere vuoto, con picchi in alcune regioni del Mezzogiorno dove si arriva a sfiorare il 45% delle abitazioni vuote (Calabria, Molise). Secondo un'analisi condotta da Confedilizia (Confedilizia, 2025), il patrimonio immobiliare italiano ha visto un aumento dei ruderi e degli edifici in rovina (+123% dal 2011 al 2023) maggiormente concentrato nelle città medio piccole e nelle aree meno popolate del Paese. Tale fenomeno avviene anche nelle grandi aree metropolitane del Paese anche se con numeri decisamente più contenuti. Il calo demografico e l'aumento delle abitazioni non occupate spingono verso nuovo consumo di suolo e non verso il recupero dell'esistente. L'Italia è infatti uno dei primi Paesi a livello comunitario per eccessiva cementificazione del territorio e le norme vigenti non sembrano voler invertire la rotta. Il quadro normativo italiano infatti appare abbastanza articolato e complesso. L'argomento inizia a entrare nel Parlamento italiano all'incirca quindici anni fa (primo disegno di legge a firma dell'allora Ministro dell'Agricoltura Catania è datato 2012), quando sia l'Europa che i media nazionali che diversi contributi scientifici sul tema (Pileri e Maggi, 2010; Arcidiacono *et al.*, 2011; Romano e Zullo, 2014) iniziano ad accendere i riflettori sulle dimensioni fisiche e sugli impatti economici ed ambientali legati alla perdita di suolo fertile. Da allora il susseguirsi dei governi a capo del Paese, ha prodotto un profluvio di disegni e progetti di legge senza mai arrivare ad una approvazione definitiva di un testo normativo efficace. Essendo questo un tema legato al governo del territorio, materia di legislazione concorrente Stato-Regioni, l'assenza di una legge quadro ha prodotto (e continua a produrre) una serie di norme sul tema da parte delle regioni italiane (Montaldi, 2023; Felli e Zullo, 2024). Un primo nodo cruciale, con rilevanti implicazioni anche sul piano normativo, riguarda la definizione stessa di consumo di suolo. L'analisi condotta (analizzando le leggi sul tema, le leggi urbanistiche regionali e le leggi di governo del territorio) ha evidenziato che, nonostante si tratti di un fenomeno fisico tangibile e caratterizzato da una definizione scientifica e tecnica chiara e condivisa, le diverse regioni adottano criteri e interpretazioni, spesso, completamente differenti. L'ISPRA dà una chiara definizione di consumo di suolo (permanente, reversibile e netto), in linea con la Strategia dell'UE per il suolo per il 2030 "Raccogliere i benefici di suoli sani per le persone, il cibo, la natura ed il clima" in accordo anche con l'obiettivo Net Zero Land Take by 2050. Tra l'altro, questo obiettivo non è stato recepito da tutte le regioni italiane. La definizione data da ISPRA è stata calata tal quale nell'ordinamento giuridico di alcune regioni, in altre invece, si introduce il consumo di suolo come legato alla definizione di altri concetti. Alcune delle definizioni sono sintetizzate nella Tabella 136.

Tabella 136. Definizioni di consumo di suolo adottate da alcune regioni italiane e riferimento normativo

Regione Marche (LR 19/2023): *la variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato), con la distinzione fra consumo di suolo permanente (dovuto a una copertura artificiale permanente) e consumo di suolo reversibile (dovuto a una copertura artificiale reversibile)*;
Regione Emilia-Romagna (LR 14/2017): *Il consumo di suolo è dato dal saldo tra le aree per le quali la pianificazione urbanistica attuativa prevede la trasformazione insediativa al di fuori del perimetro del territorio urbanizzato e quelle per le quali la medesima pianificazione stabilisca una destinazione che richieda, all'interno del medesimo perimetro, interventi di desigillazione, attraverso la rimozione dell'impermeabilizzazione del suolo.*
Regione Abruzzo (LR 58/2023): a) *il saldo tra le aree per le quali la pianificazione urbanistica prevede la trasformazione insediativa al di fuori del perimetro del territorio urbanizzato e quelle per le quali la medesima pianificazione stabilisce interventi di desigillazione da attuare mediante la rimozione dell'impermeabilizzazione del suolo e della contestuale retrocessione della relativa area a zona con destinazione a verde e soggetta a vincolo di inedificabilità;*

b) il saldo tra le aree per le quali la pianificazione urbanistica prevede la trasformazione insediativa al di fuori del perimetro del territorio urbanizzato e le aree edificabili all'interno del perimetro urbanizzato per le quali la pianificazione urbanistica prevede la retrocessione.
Regione Campania (LR 16/2024): *Il consumo di suolo è definito dall'incremento del territorio interessato da interventi di edificazione, impermeabilizzazione, copertura artificiale, scavo o rimozione tali da comprometterne le funzioni ecosistemiche e le potenzialità produttive agricole. Tali interventi di norma sono consentiti nell'ambito del territorio urbanizzato.*
Regione Veneto (LR 14/2017): *L'incremento della superficie naturale e seminaturale interessata da interventi di impermeabilizzazione del suolo, o da interventi di copertura artificiale, scavo o rimozione, che ne compromettano le funzioni ecosistemiche e le potenzialità produttive; il calcolo del consumo di suolo si ricava dal bilancio tra le predette superfici e quelle ripristinate a superficie naturale e seminaturale. (Ambiti di Urbanizzazione Consolidata)*
Regione Lombardia (LR 31/2014): *La trasformazione, per la prima volta, di una superficie agricola da parte di uno strumento di governo del territorio, non connessa con l'attività agro-silvo-pastorale, esclusa la realizzazione di parchi urbani territoriali e inclusa la realizzazione di infrastrutture sovra comunali; il consumo di suolo è calcolato come rapporto percentuale tra le superfici dei nuovi ambiti di trasformazione che determinano riduzione delle superfici agricole del vigente strumento urbanistico e la superficie urbanizzata e urbanizzabile*;

La lettura dei testi normativi regionali ha fatto emergere come molti enti si stanno orientando sulla definizione del territorio urbanizzato (a volte indicato come perimetro, altre come ambiti di urbanizzazione consolidata) quale strumento di contrasto al consumo di suolo. Tale concetto è ricorrente in diverse regioni e viene definito in appositi articoli (es. art. 32 LR 24/2017 Regione Emilia-Romagna, art. 40 LR 58/2023 Regione Abruzzo, art. 3 LR 5/2024 Regione Campania). Le leggi regionali proprio per garantire l'applicazione della norma stabiliscono dei limiti temporali entro i quali i comuni devono provvedere a perimetrare il territorio urbanizzato secondo appositi criteri stabiliti nel testo normativo. Per la regione Emilia-Romagna, ad esempio, che è stata tra le prime regioni ad introdurre questo concetto, tale perimetrazione andava realizzata in sede di prima formazione del Piano Urbanistico Generale (PUG), che la legge dispone debba essere approvato entro 6 anni dall'entrata in vigore del dispositivo normativo. Ad oggi dopo 8 anni dalla approvazione della legge stessa, hanno provveduto a perimetrare il territorio urbanizzato circa una ventina di comuni su un totale di 330. Questo è certamente il primo campanello di allarme circa la complessità della tematica. Tale complessità si comprende meglio andando ad analizzare la definizione di Perimetro del Territorio Urbanizzato (PTU):

Il PUG individua il PTU il quale comprende:
a) le aree edificate con continuità a prevalente destinazione residenziale, produttiva, commerciale, direzionale e di servizio, turistico ricettiva, le dotazioni territoriali, le infrastrutture, le attrezzature e i servizi pubblici comunque denominati, i parchi urbani nonché i lotti e gli spazi inedificati dotati di infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti;
b) le aree per le quali siano stati rilasciati o presentati titoli abilitativi edilizi per nuove costruzioni o siano state stipulate convenzioni urbanistiche attuative
c) i singoli lotti di completamento individuati dal piano vigente alla data di entrata in vigore della presente legge e collocati all'interno delle aree edificate con continuità o contermini alle stesse;
d) i lotti residui non edificati, dotati di infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti in quanto facenti parte di un piano urbanistico attuativo, comunque denominato, attuato o in corso di completamento.
(art. 32 LR 24/2017 Regione Emilia-Romagna)

L'analisi di questo concetto deve essere condotta con precisione, poiché è suscettibile di interpretazioni con diverse sfumature. La legge fa riferimento ad aree edificate con continuità e specifica i diversi usi

del suolo. Che cosa si intende per “aree edificate con continuità”? È un aspetto cruciale, perché condiziona calcoli, previsioni e deroghe della pianificazione. Fornire una definizione uniforme è complesso, soprattutto in un contesto insediativo disorganico come quello italiano (Figura 214, destra). In mancanza di criteri chiari, si ricorre alla soggettività del pianificatore o dell’amministratore. La delimitazione del perimetro risulta quindi influenzata dal giudizio tecnico e dal livello di dettaglio. Alla lettera b) si precisa che la determinazione del perimetro del territorio urbanizzato include anche le aree per le quali siano stati rilasciati o presentati titoli abilitativi edilizi per nuove costruzioni o siano state stipulate convenzioni urbanistiche attuative. Alla luce di ciò, durante la redazione del perimetro devono essere considerate anche le richieste di soggetti privati. Tuttavia, includere sistematicamente tutte le richieste private risulta più complesso, soprattutto nei casi in cui i comuni non dispongano di sistemi digitalizzati per i permessi di costruzione. Una considerazione analoga si applica agli interventi menzionati alla lettera c), che fanno riferimento a sviluppi diretti o agevolati previsti dallo strumento urbanistico vigente. Il territorio urbanizzato comprende anche aree non ancora edificate, ma soggette a strumenti attuativi approvati e ancora validi inclusi i lotti liberi residui purché dotati delle infrastrutture pubbliche essenziali per l’urbanizzazione primaria. La definizione del territorio urbanizzato è anche strettamente legata alla disponibilità di dati, come le informazioni sugli interventi di urbanizzazione promossi da soggetti pubblici o privati e pianificati attraverso strumenti attuativi o accordi. In molti casi, soprattutto nei comuni di piccole dimensioni, può risultare difficile reperire le informazioni necessarie per una corretta definizione del territorio urbanizzato. Numerosi comuni, infatti, non dispongono di documenti di pianificazione digitalizzati o di uffici edilizia informatizzati. Per questi motivi, condurre simulazioni su scenari di piena attuazione della normativa risulta complesso. Tuttavia, la Regione Emilia-Romagna, coerentemente con una consolidata politica di gestione e accessibilità dei dati in materia urbanistica, ha già provveduto alla delimitazione del proprio territorio urbanizzato (per i soli comuni che lo hanno approvato), rendendo i dati disponibili sul portale ufficiale della Regione. Va sottolineato che in tutti i testi normativi in cui si fa riferimento al perimetro del territorio urbanizzato, il suolo impermeabilizzato all’interno di tale area non entra nel computo del suolo consumato. Questo è un aspetto chiave e dirimente. Poiché i PTU sono delimitati a livello locale, ci si aspetterebbe un elevato livello di dettaglio e precisione. A tal fine, è stata condotta un’analisi di sovrapposizione tra i PTU dei comuni dell’Emilia-Romagna che li hanno approvati e il dataset degli aggregati strutturali forniti dalla protezione civile. I risultati di questa analisi sono riassunti nel grafico riportato in Figura 214, a sinistra. Nel grafico le barre in nero rappresentano la percentuale di edifici situati dentro il PTU quelle in grigio quelle situati fuori dal PTU. Dal grafico emerge che il comune con la più alta percentuale di edifici inclusi nel proprio PTU è Bologna, con l’80% del totale (22.600 edifici su 28.255). Solo 10 comuni superano la soglia del 60%, lasciando quindi, in questi casi, almeno due quinti degli edifici al di fuori del perimetro. Valori estremamente bassi si registrano nei comuni di Montiano e Besenzone, che escludono rispettivamente 600 e 826 edifici dai loro PTU, non riuscendo a includere il 75% degli edifici all’interno dei limiti. Nel complesso, considerando tutti questi comuni, 106.842 edifici su 262.255 (pari al 40,74%) risultano esclusi. Questi dati indicano la scarsa efficacia dei metodi usati per definire i PTU. Tuttavia, lo scopo potrebbe non essere quello di mappare l’urbanizzazione esistente, ma di delimitare i margini urbani per limitare nuove espansioni, pratica già in uso in altri Paesi. In Figura 214 a destra è riportato il focus sul margine del PTU a nord del comune di Modena. È particolarmente significativo osservare che diverse aree edificate risultano escluse dai PTU, nonostante la definizione del PTU faccia esplicito riferimento a zone destinate a usi residenziali, industriali, commerciali, direzionali e di servizio, nonché turistico-ricettivi. L’esclusione di certe aree non è sempre negativa: il PTU individua le zone trasformabili, e l’omissione di alcune porzioni riflette la volontà di limitarne lo sviluppo. La vera criticità è nella gestione delle aree edificate sparse, distribuite in modo disomogeneo, che pongono sfide rilevanti per la pianificazione e per il controllo dell’espansione urbana.

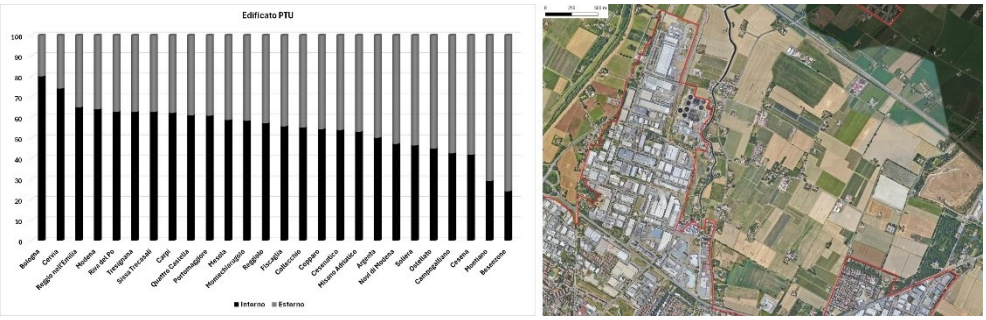


Figura 214. Grafico sulla percentuale degli aggregati strutturali che si trovano all'interno o all'estero del PTU dei comuni della Regione Emilia-Romagna che hanno tracciato il PTU (a sinistra). Esempio di PTU (perimetro in rosso) per la città di Modena (a destra)

Conclusioni

Alla luce quanto descritto, sembra che tutte le prescrizioni normative siano legate a criteri e azioni non imperniate su solide basi scientifiche, ma improntate a raggiungere l'obiettivo del *No net land take* da un punto di vista giuridico senza modificare le consolidate prassi urbanistiche e soprattutto non incentivando il settore delle costruzioni ad una riorganizzazione delle proprie attività. Non bisogna dimenticare che tale settore (e i suoi satelliti) hanno un peso importante nell'economia nazionale, avendo trainato il PIL per diversi decenni. È chiaro che non consumare suolo vuol dire agire su attente ed oculate azioni di riqualificazione di abitazioni, edifici o anche interi quartieri laddove sussistano le condizioni per farlo (valore di mercato e valore funzionale). Tali azioni vanno incentivate dal punto di vista politico e tecnico, accompagnando il settore delle costruzioni verso questo importante cambiamento. È un processo necessario che deve avvenire in tempi rapidi, con un supporto normativo che sia efficace. Come già ribadito, un limite critico risiede nella frammentazione normativa, con la mancanza di definizioni univoche e criteri oggettivi per individuare il perimetro del territorio urbanizzato (ad esempio, non viene considerato consumato il suolo trasformato all'interno del perimetro urbanizzato, anche se spesso compromesso, e si adottano tecniche compensative come la de-impermeabilizzazione, poco efficaci e costose). Questo aspetto contribuisce a creare una divergenza tra ciò che viene rilevato su base satellitare da ISPRA (e quindi effettivamente consumato e perso) e quello che si rinviene sui sistemi di monitoraggio regionali. Inoltre, alcune normative regionali includono all'interno di questi perimetri anche le aree interessate da edilizia abusiva. Esiste poi un altro problema: con il PTU viene infatti tracciata una linea di demarcazione tra aree in cui è consentita l'edificazione e altre in cui di fatto non lo è (o lo è ma in forme limitate). Questa delimitazione introduce inevitabilmente delle distorsioni nel mercato fondiario. Il problema genera importanti squilibri economici e sociali, che si aggravano man mano che il PTU si satura. In assenza di meccanismi di perequazione che devono essere normati ed obbligatori, esiste il rischio di un aumento indefinito del valore economico dei terreni inclusi nel PTU, a fronte di una svalutazione dei terreni agricoli, con inevitabili ripercussioni negative sulle economie dei proprietari al di fuori di tale perimetro. Se si vuole davvero tutelare il suolo, è questo il momento di prendere decisioni importanti che vadano in questa direzione non in quella dell'individuazione di una forma giuridica che consente di raggiungere (solo da un punto di vista normativo) un improrogabile ed imprescindibile obiettivo comunitario. I dispositivi normativi vigenti sinora, ed in particolare quelli che introducono il perimetro del territorio urbanizzato quale strumento per il contenimento del consumo di suolo, andrebbero emendati ed integrati ulteriormente per essere davvero efficaci. Innanzitutto, è necessario che le nuove edificazioni all'interno del perimetro vengano inserite nei sistemi di monitoraggio.

Inoltre, è necessario rivedere criticamente la pianificazione comunale vigente, spesso sovradimensionata, datata e inattuata. Le trasformazioni dovrebbero basarsi su reali esigenze demografiche, economiche, ecologiche, ambientali e di accessibilità e presenza di servizi primari. È urgente contenere la dispersione insediativa: se il PTU può limitarla, le trasformazioni fuori da esso e le deroghe normative continuano a favorire consumo di suolo, spesso nelle aree agricole e nelle forme più critiche. Una chiara distinzione tra territorio urbanizzato e non urbanizzato può avviare una riorganizzazione insediativa, incentivando nel tempo il recupero dei suoli esterni al perimetro e la riqualificazione interna. Ciò richiede una pianificazione vincolante, capace di orientare gli interventi sia pubblici che privati valorizzando al contempo i servizi ecosistemici per rendere più resilienti gli insediamenti urbani. In questo quadro, rilanciare la riforma dell'allora On. Sullo appare oggi ancora più attuale: con minori pressioni speculative, l'acquisizione pubblica dei suoli edificabili e la gestione comunale dell'edificazione possono contrastare speculazioni e disuguaglianze.

TRASFORMAZIONI DEL PAESAGGIO RURALE: IL CONSUMO DI SUOLO AGRICOLO TRA SVILUPPO E SOSTENIBILITÀ

Camillo Zaccarini Bonelli, Maria Raffaella Ortolani, Antonio Denaro, Marta Carriero, Sabrina Navarra, Giovanna Maria Ferrari, Lorenzo Righi, Paolo Giordano, Enrico De Ruvo, Sergio Lo Curzio
(Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare – ISMEA)

La sicurezza alimentare e la gestione sostenibile del suolo rappresentano oggi un'opportunità straordinaria per l'Italia di guidare l'innovazione nel settore agroalimentare europeo. Il forte legame tra suolo e produzione alimentare sta spingendo il nostro Paese verso soluzioni sempre più creative e sostenibili, trasformando il fattore produttivo "terra" in un laboratorio di eccellenza per pratiche innovative che garantiscano prosperità economica e tutela ambientale.
Come evidenzia il Dialogo strategico sul futuro dell'agricoltura nell'UE della Commissione europea, le sfide legate al cambiamento climatico e alla competizione per l'uso del suolo stanno catalizzando nuove strategie integrate che vedono l'Italia all'avanguardia nell'elaborazione di soluzioni pioneristiche per la tutela del suolo agricolo.
I dati presentati in questo contributo rivelano la capacità di resilienza e adattamento del sistema agricolo italiano, che sta affrontando con impegno la transizione verso modelli di sviluppo più sostenibili. L'evoluzione dei nuclei abitativi e delle infrastrutture sta generando nuove opportunità di pianificazione territoriale integrata, mentre l'Italia si posiziona come leader nell'ottimizzazione dell'uso del suolo.
Le trasformazioni innovative del territorio, come l'installazione di pannelli fotovoltaici sui tetti dei fabbricati agricoli e degli impianti agrivoltaici sui terreni agricoli in luogo degli impianti a terra, rappresentano un esempio virtuoso di economia circolare e diversificazione del reddito agricolo. Queste soluzioni permettono agli agricoltori italiani di contribuire attivamente alla transizione energetica nazionale, creando al contempo nuove fonti di reddito e valorizzando il patrimonio fondiario.
L'obiettivo del presente documento è stato quello di documentare le dinamiche positive di evoluzione del suolo agricolo nel periodo 2023-2024, analizzando le strategie innovative di gestione territoriale e le opportunità economiche generate da questi processi di trasformazione sostenibile.
L'analisi degli indicatori ha permesso di quantificare in 6.021,20 ha/anno i terreni coinvolti in processi di trasformazione e innovazione. Rapportato alla Superficie Agricola Utilizzata nazionale di 12.431.807,72 ha, questo rappresenta un contenuto 0,05% della SAU in fase di evoluzione verso nuovi modelli produttivi e di sviluppo territoriale integrato. Tenuto conto del fatto che il consumo di suolo agricolo in questione interessa prevalentemente superfici convertite a usi del suolo temporanei (ovvero l'86% del consumo totale di suolo agricolo) si può affermare che questo dato testimonia la capacità del sistema agricolo italiano di mantenere un equilibrio virtuoso tra conservazione e innovazione, gestendo con saggezza le pressioni territoriali attraverso strategie di sviluppo sostenibile.
Ciononostante, il fenomeno del consumo di suolo in agricoltura rappresenta un asset importante nella costruzione di un Osservatorio fondiario nazionale ISMEA che consenta di monitorare costantemente l'evoluzione della disponibilità della terra, fattore di produzione principale del mondo dell'imprenditoria agricola spesso minacciato anche da altre pressioni negative connesse alla salubrità dei terreni, all'abbandono, agli effetti di eventi catastrofali, etc.
Su queste solide basi, l'analisi dettagliata a livello di macro-ripartizione geografica evidenzierà le best practices territoriali e le opportunità di crescita economica generate dalla valorizzazione sostenibile del suolo agricolo, quantificando il potenziale di creazione di valore attraverso i nuovi modelli produttivi e la valorizzazione strategica del capitale fondiario.

Questa analisi è stata svolta utilizzando la seguente metodologia. Preliminarmente sulle aree di cambiamento 2023-2024 rilevate da ISPRA sono stati definiti i limiti amministrativi (Regione, Provincia e Comune) di ogni appezzamento utilizzando come base dati i limiti amministrativi forniti da ISTAT.
Ai fini dell'individuazione, per l'annualità 2023, delle sole aree agricole soggette a consumo di suolo, è stata preliminarmente calcolata la superficie degli appezzamenti. Successivamente si è proceduto a distinguere le aree non interessate da coltivazioni. A tal fine, mediante l'overlapping in QGIS dei dati derivati dalla Crop Types 2021 (progetto Copernicus)[97] e dalla EUCROPMAP 2022 (JRC)[98], che con risoluzione spaziale di 10 m classificano 19 tipologie colturali a livello europeo, sono state selezionate le aree agricole effettivamente soggette a consumo di suolo, escludendo quelle a destinazione urbana o comunque non riferibili ad ambiti rurali. Si è poi proseguito con l'analisi individuando, tramite la funzione zonal statistics di QGIS, la coltura prevalente. A tal fine, per disporre del dato più aggiornato possibile, è stata utilizzata la EUCROPMAP 2022 del JRC, in quanto riferita a un'annualità immediatamente antecedente al periodo oggetto del presente rapporto[99]. Per la classe "Boschi e arbusteti (comprendente anche colture permanenti)", a causa dell'insufficiente dettaglio della classificazione preliminare rispetto agli obiettivi dell'analisi, si è proceduto a una riclassificazione approfondita, limitatamente ai poligoni di interesse, mediante l'impiego di immagini satellitari Sentinel-2. Tale approccio ha consentito di suddividere ulteriormente la classe in categorie più specifiche quali oliveto, vigneto, aree agroforestali e frutteto. Inoltre, per quest'ultima categoria, è stata stimata la coltura frutticola prevalente attraverso l'integrazione dei dati provenienti dal censimento dell'agricoltura 2020 fornito dall'ISTAT.
Successivamente è stato definito un nuovo livello di inquadramento territoriale tipico delle aree rurali, che permette un'ulteriore valutazione dell'area in esame, ovvero:

- aree rurali: la classificazione, in linea con quanto previsto dalla politica agricola comune, prevede la suddivisione delle unità amministrative italiane in quattro macro-tipologie di aree, ovvero a) Aree urbane e periurbane, b) Aree rurali ad agricoltura intensiva, c) Aree rurali intermedie e infine d) Aree rurali con problemi complessivi di sviluppo;
- appartenenza o meno del comune ad un'area interna come individuate dalla Strategia Nazionale per le Aree Interne (SNAI), una politica pubblica italiana avviata nel 2014 per contrastare lo spopolamento, migliorare l'accessibilità ai servizi essenziali e promuovere lo sviluppo sostenibile di territori marginali.

L'analisi è stata estesa anche alle aree naturali protette e Natura 2000[100], oltre che valutare la ricaduta sui territori interessati dai paesaggi rurali storici o dalla presenza di alberi monumentali[101]. L'indagine ha evidenziato che il fenomeno del consumo di suolo agricolo non ha interessato queste aree, sottolineandone il valore paesaggistico e ambientale. In questi contesti naturalmente valorizzati, l'agricoltura continua a svolgere un ruolo fondamentale di cura e manutenzione del territorio, contribuendo alla conservazione del paesaggio e delle sue risorse.
Nell'ultima fase, sono stati stimati alcuni indicatori agronomici-estimativi utilizzando le banche dati ISMEA. Nel dettaglio, applicando alla coltura di riferimento presente sull'appezzamento i dati di resa media che l'ISMEA periodicamente elabora e le relative medie triennali dei prezzi, si ottiene un valore

[97] Progetto Copernicus – Land Monitoring Service: Crop Types 2021 DOI: https://doi.org/10.2909/9db29b07-5968-4ce0-8351-1e356b3d7d47
[98] European Commission, Joint Research Centre (JRC): EUCROPMAP 2022. DOI 10.2905/555e5d1d-1aae-4320-a716-2e6d18aa1e7c PID: http://data.europa.eu/89h/555e5d1d-1aae-4320-a716-2e6d18aa1e7c
[99] Tra le classi individuate dalla cartografia JRC abbiamo: aree artificiali, frumento tenero, frumento duro, orzo, segale, avena, mais, riso triticale, altri cereali, patate, barbabietola da zucchero, altri tuberi, altre colture industriali non permanenti, girasole, colza e navone, soia, leguminose secche, colture foraggere (cereali e leguminose), terre arabili nude, prati e pascoli, terre nude/licheni e muschi, acque, zone umide, boschi e arbusteti (incluse colture permanenti).
[100] Fonte dati Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.
[101] Fonte dati Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste.

medio ad ettaro che applicato alla superficie dell'appezzamento oggetto di indagine, determina un ricavo rappresentativo della produzione dell'appezzamento monitorato, al 2023.
Sono stati, inoltre, determinati i valori fondiari medi dell'area in questione al 2023[102], per stimare l'impatto del fenomeno sul patrimonio fondiario agricolo.
È importante specificare che in questa analisi per consumo di suolo agricolo si intende la somma degli ettari occupati da colture agrarie (individuate secondo la metodologia sopra descritta) che ricadono sia nella classe "suolo consumato permanente", sia nella classe "suolo consumato reversibile", così come definite da ISPRA. Infatti, secondo le Linee guida per il monitoraggio del consumo di suolo nell'ambito delle attività del SNPA il suolo consumato non reversibile rappresenta una compromissione permanente della risorsa suolo e delle sue funzioni ecosistemiche, generalmente dovuta alla copertura con superfici impermeabili (es. edificazioni, infrastrutture). Il suolo consumato reversibile, invece, si riferisce a superfici modificate da azioni antropiche che non comportano impermeabilizzazione permanente, ma alterano comunque le condizioni naturali del suolo. Sebbene definite "reversibili", queste trasformazioni sono caratterizzate da livelli molto diversi di effettiva recuperabilità, sia in termini di tempi di ripristino (spesso lunghi), sia per la variabilità degli effetti ecologici e per la fattibilità concreta della rinaturalizzazione. Come sottolineato nelle sopracitate Linee guida, anche il consumo reversibile comporta una perdita temporanea – e in alcuni casi prolungata – delle funzioni ecosistemiche, con impatti rilevanti sui servizi forniti dal suolo. Per questo motivo, nell'analisi del consumo di suolo agricolo, è necessario considerare congiuntamente entrambe le categorie, in quanto entrambe determinano una interruzione – temporanea o permanente – dell'uso agricolo del suolo e una perdita, anche solo transitoria, delle sue funzioni ambientali e produttive.
Sulla base dei dati analizzati, relativi al periodo 2023-2024 e riferiti all'intero territorio nazionale, è stato stimato un consumo di suolo agricolo pari a 6.021,20 ha, corrispondente a un'incidenza di circa lo 0,05% sulla Superficie Agricola Utilizzata (SAU) nazionale.
Confrontando poi il dato di consumo di suolo agricolo con il dato di consumo complessivo di suolo nazionale nel medesimo intervallo temporale (pari a 8.369,95 ettari[103]) è possibile notare che il 72% del consumo interessa superfici agricole, a conferma delle dinamiche significative che interessano il territorio rurale.
L'analisi di dettaglio (Tabella 137) evidenzia come il consumo di suolo agricolo interessi prevalentemente la componente reversibile, con 5.195,03 ettari di aree agricole convertite a usi del suolo temporanei (ovvero l'86% del consumo totale di suolo agricolo) dei quali 3.246,46 ettari (pari al 62%) trasformati principalmente in cantieri e altre aree a terra battuta. Per quanto riguarda il consumo permanente, pari a 826,17 ettari, 386,44 ettari (47%) risultano riconducibili a trasformazioni in superfici edificate.

[102] Per l'anno 2023 i valori fondiari medi sono stati determinati attraverso i valori agricoli medi (VAM) rilevati dall'Agenzia delle entrate, oppure rivalutati al 2023 mediante l'utilizzo degli incrementi ISTAT (calcolo di rivalutazione monetaria) quando non presenti.
[103] Fonte dati: consumo di suolo totale elaborato da ISPRA

Tabella 137. Consumo di suolo agricolo permanente e reversibile per tipologia di copertura artificiale (valori assoluti in ettari e incidenze percentuali sul totale della rispettiva categoria)

Classi di consumo di suolo	Consumo di suolo agricolo	
	Valore assoluto (ha)	Valore percentuale
Edifici, fabbricati	386,44	47%
Strade pavimentate	58,57	7%
Sede ferroviaria	0,29	0%
Aeroporti (piste e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate)	52,85	6%
Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate (piazzali, parcheggi, etc)	319,92	39%
Serre permanenti pavimentate	1,94	0%
Discariche	6,16	1%
Totale suolo agricolo permanente	**826,17**	**100%**
Strade non pavimentate	177,83	3%
Cantieri e altre aree in terra battuta (piazzali, parcheggi, etc)	3.246,46	62%
Aree estrattive non rinaturalizzate	352,73	7%
Cave in falda	40,59	1%
Impianti fotovoltaici a terra	1.360,07	26%
Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali del suolo	17,35	0%
Totale suolo agricolo reversibile	**5.195,03**	**100%**

La distribuzione geografica del suolo agricolo consumato (Tabella 138, Tabella 139) mostra una forte concentrazione nelle aree del Nord Est (25% del consumo complessivo) e del Sud (22% del consumo complessivo), che insieme rappresentano quasi la metà delle superfici agricole perse. Seguono le Isole e il Nord Ovest (19% del consumo complessivo) e il Centro (14%), con valori, pertanto, relativamente omogenei.
Analizzando i dati separati nelle componenti permanente e reversibile, si osserva che il consumo assoluto è maggiore nella componente reversibile. Tuttavia, in alcune macroaree, l'incidenza relativa del consumo permanente risulta particolarmente rilevante.
La distribuzione del consumo di suolo (Figura 215) riflette l'andamento generale rilevato da ISPRA: le aree con i valori più elevati sono il Nord-est (1.481,09 ettari di cui 241,91 permanente e 1.239,18 reversibile) e il Sud (1.353,61 ettari di cui 111,83 permanente e 1.241,78 reversibile), mentre il Centro presenta le superfici più contenute (868,15 ettari di cui 101,83 permanente e 766,32 reversibile). In tutte le macro-aree il consumo reversibile risulta prevalente, ma con incidenze variabili: più marcata la quota di consumo permanente nel Nord-est e nel Nord-ovest, più ridotta invece nelle Isole (1167,44 ettari consumati complessivamente di cui 78,12 permanente e 1089,32 reversibile).

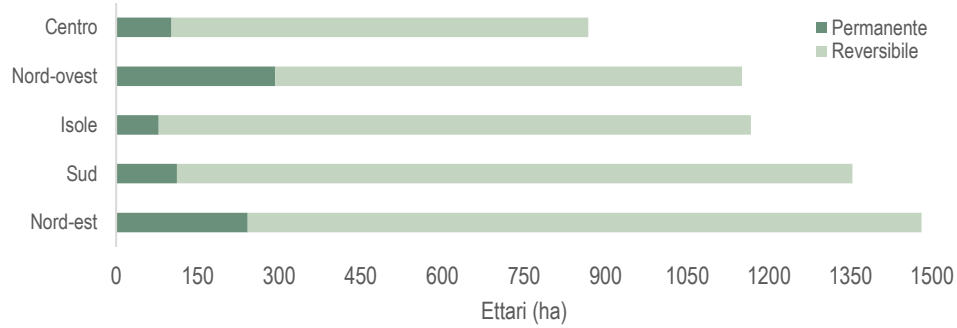


Figura 215. Distribuzione per macro-area del consumo di suolo agricolo – componente reversibile e permanente

In particolare, il Nord-Est presenta il 29% del consumo permanente nazionale, a fronte del 24% di quello reversibile; un andamento analogo, seppure più marcato, si osserva nel Nord-Ovest (35% contro 17%). In controtendenza, nelle Isole e nel Sud prevale la quota di consumo reversibile (21% e 24% rispettivamente) rispetto a quello permanente (9% e 14%) (Tabella 138).

Tabella 138. Ripartizione geografica del consumo di suolo agricolo – valori percentuali

	Totale permanente	Totale reversibile	Totale complessivo
Nord-est	29%	24%	25%
Sud	14%	24%	22%
Isole	9%	21%	19%
Nord-ovest	35%	17%	19%
Centro	12%	15%	14%

Ulteriormente, analizzando il rapporto tra SAU per macro-area e consumo di suolo agricolo (Figura 216) emerge a livello nazionale un valore complessivo pari allo 0,05% della SAU.

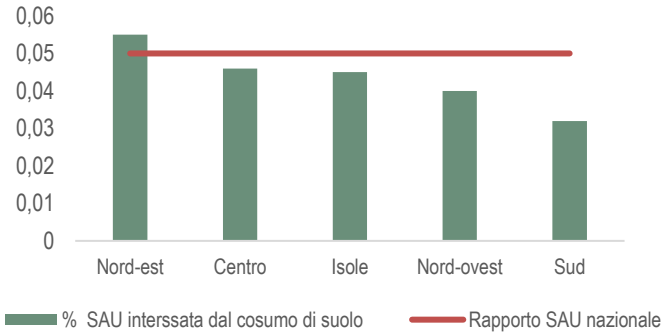


Figura 216. Rapporto tra SAU per macro-area e consumo di suolo agricolo. La linea rossa rappresenta il rapporto della SAU nazionale e del consumo di suolo agricolo pari a 0,05%

Come finora rappresentato, il fenomeno del consumo di suolo agricolo è stato analizzato in una duplice dimensione: permanente e reversibile, a seconda della possibilità di riportare le superfici alla condizione originaria. La lettura congiunta dei valori assoluti (Tabella 139) e delle percentuali (Figura 217, Figura 218) rispetto alla tipologia colturale prevalente, consente di cogliere le dinamiche di trasformazione e le categorie di uso del suolo maggiormente coinvolte.
Il totale del suolo agricolo perso in maniera permanente presenta incidenze diverse per tipologia colturale. Nei seminativi la perdita permanente raggiunge i 324,87 ettari, pari al 39,3% del totale permanente, una quota elevata che si spiega con la forte pressione urbanizzativa e infrastrutturale su superfici pianeggianti e facilmente accessibili. Qui, le cause principali sono la realizzazione di edifici e fabbricati (149,32 ha, 46%) e di altre aree impermeabili/pavimentate non edificate come piazzali e parcheggi (144,7 ha, 45%), seguite dalle strade pavimentate (27,7 ha, 9%). Nei prati e pascoli l'incidenza è simile (336,35 ha totali irreversibili), ma con una distribuzione percentuale differente: la quota maggiore si concentra negli edifici (46%) e nelle aree pavimentate non edificate (33%). Le colture permanenti sono anch'esse colpite (107,12 ha), soprattutto da edifici (52%) e aree pavimentate (38%), un aspetto particolarmente critico vista la difficoltà di reimpianto e i tempi lunghi di recupero produttivo. Le aree agroforestali (36,16 ha irreversibili) subiscono un impatto più contenuto in termini assoluti, ma percentualmente rilevante negli edifici (50%) e nelle aree pavimentate non edificate (33%). Le ortive

hanno valori minimi (0,38 ha), mentre la categoria altro, che include le terre arabili nude e altre produzioni industriali non permanenti, concentra 21,29 ha, con una prevalenza di aree pavimentate e fabbricati.

Il suolo agricolo potenzialmente recuperabile, che, come detto, registra valori molto più alti (5.195,03 ettari), mostra la categoria dei seminativi come quella più colpita dal fenomeno, con 2.097,26 ettari (40,4% del totale reversibile). In questo caso, le cause principali sono i cantieri e altre aree in terra battuta (1.155,95 ha, 55%), seguiti dagli impianti fotovoltaici a terra (713,73 ha, 34%), dalle aree estrattive non rinaturalizzate (118,73 ha, 6%) e dalle strade non pavimentate (85,04 ha, 4%). Questa distribuzione indica che nei seminativi il consumo reversibile è fortemente legato a trasformazioni temporanee o a impianti energetici, in aree caratterizzate da grande estensione e accessibilità. Nei prati e pascoli (1.555,31 ha reversibili) la quota principale deriva anch'essa dai cantieri (65%) e dal fotovoltaico (27%), ma con un'incidenza minore delle aree estrattive (5%). Le colture permanenti (1.041,96 ha reversibili) sono impattate soprattutto da cantieri (72%) e fotovoltaico (13%), mentre le aree agroforestali (307,32 ha) vedono una predominanza netta dei cantieri (77%). Le orticole mantengono valori trascurabili (1,03 ha), interamente dovuti ai cantieri.

Tabella 139. Tipologie colturali maggiormente colpite dal fenomeno di consumo di suolo – valori assoluti

Classi di consumo di suolo	Tipologia colturale prevalente (ha)						
	Aree agrofo-restali	Colture perma-nenti	Orticole	Prati e pascoli	Semina-tivi	Altro	Totale
Edifici, fabbricati	17,94	56,11	0,38	153,45	149,32	9,24	386,44
Strade pavimentate	1,31	9,25		18,70	27,70	1,61	58,57
Sede ferroviaria				0,29			0,29
Aeroporti (piste, etc)		0,06		51,72	1,07		52,85
Aree impermeabili/pavimentate non edificate	12,04	40,96		111,78	144,70	10,44	319,92
Serre permanenti pavimentate		0,08		0,41	1,45		1,94
Discariche	4,87	0,66			0,63		6,16
Totale permanente	**36,16**	**107,12**	**0,38**	**336,35**	**324,87**	**21,29**	**826,17**
Strade non pavimentate	9,31	40,82		38,55	85,04	4,11	177,83
Cantieri e altre aree in terra battuta	235,43	747,30	1,03	1.012,41	1.155,95	94,34	3.246,46
Aree estrattive non rinaturalizzate	38,15	100,23		74,82	118,73	20,80	352,73
Cave in falda	5,05	12,23		7,36	15,68	0,27	40,59
Impianti fotovoltaici a terra	18,78	138,36		417,43	713,73	71,77	1.360,07[104]
Altre coperture artificiali non connesse ad attività agricole	0,60	3,02		4,74	8,13	0,86	17,35
Totale reversibile	**307,32**	**1.041,96**	**1,03**	**1.555,31**	**2.097,26**	**192,15**	**5.195,03**
Totale non stratificato	**343,48**	**1.149,08**	**1,41**	**1.891,66**	**2.422,13**	**213,44**	**6.021,20**

[104] Secondo le analisi effettuate da ISMEA su base dati SNPA, pubblicate nel "Rapporto Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici – Edizione 2024", gli ettari relativi al suolo agricolo consumato per la conversione in impianti fotovoltaici nel periodo 2022-2023 risultano pari a 388,98 ha. Le evidenze indicano, quindi, un fenomeno in crescita. Ciò suggerisce una tendenza al rialzo nel consumo di suolo agricolo destinato a questo tipo di impianti.

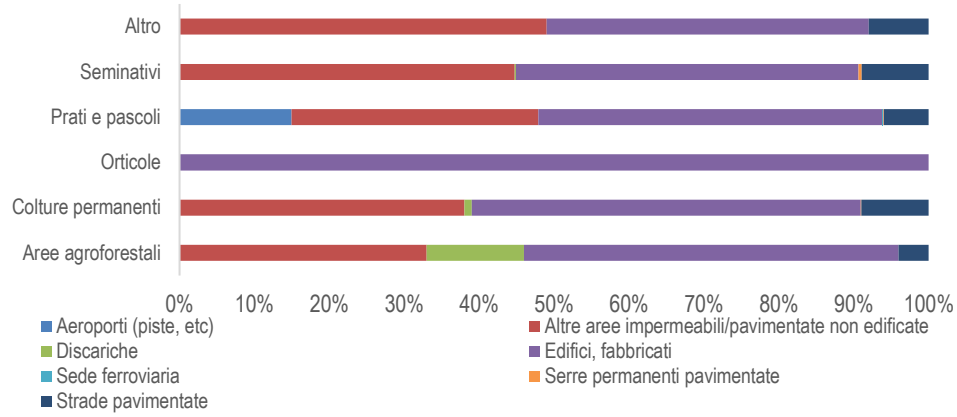


Figura 217. Consumo di suolo agricolo permanente per tipologia colturale e destinazione d'uso – valori percentuali

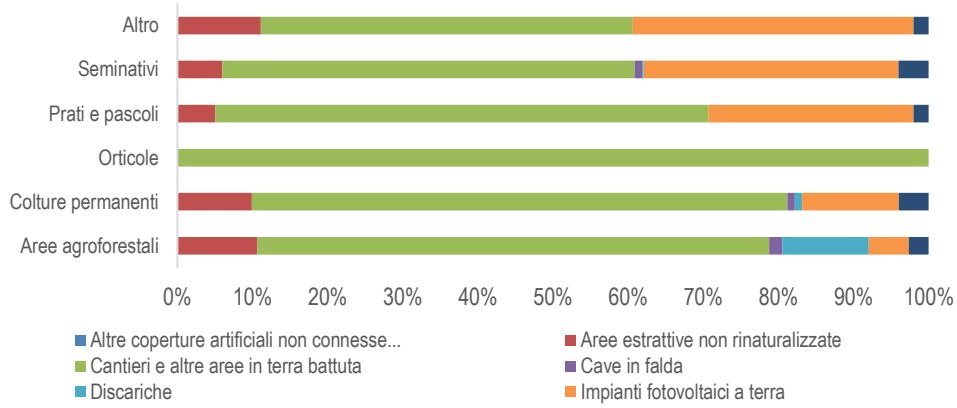


Figura 218. Consumo di suolo agricolo reversibile per tipologia colturale e destinazione d'uso – valori percentuali

Osservando i dati finora esposti, è possibile notare che i seminativi e i prati/pascoli risultano le tipologie colturali più interessate dal consumo di suolo agricolo, sia nella componente permanente sia in quella reversibile. Molto probabilmente, ciò è imputabile al fatto che tali superfici presentano caratteristiche morfologiche e agronomiche che ne facilitano la conversione: sono generalmente pianeggianti, prive di ostacoli e dotate di accessibilità infrastrutturale, prive di investimenti agrari, rendendole ideali per nuovi insediamenti, infrastrutture temporanee o impianti produttivi non agricoli.
In questo contesto, la presenza di infrastrutture temporanee e impianti fotovoltaici nei seminativi e nei prati e pascoli rappresenta un elemento da considerare nella pianificazione del territorio. Le trasformazioni sono in molti casi reversibili, con possibilità di ripristino che dipendono dalle modalità di gestione. I dati mostrano che, per ciascuna tipologia colturale, le pressioni si concentrano principalmente su alcune categorie di uso del suolo: edifici e aree pavimentate per interventi permanenti, cantieri e impianti fotovoltaici a terra per interventi temporanei o facilmente adattabili. Nei seminativi, queste dinamiche mettono in luce la flessibilità delle superfici e le opportunità di utilizzo per finalità diverse da quelle agricole.
Tuttavia, è importante sottolineare che, sebbene la trasformazione delle aree rurali in edifici o in altre superfici impermeabili rappresenti una quota rilevante delle trasformazioni del suolo agricolo, essa spesso riflette processi di sviluppo o di ampliamento delle attività aziendali presenti sul territorio.

Inoltre, al fine di evidenziare più chiaramente l'effetto del consumo di suolo sulla categoria d'uso "prati e pascoli" è stato effettuato un approfondimento considerando sia la consistenza degli allevamenti sia la loro incidenza sul territorio, utilizzando i dati relativi alle superfici destinate a pascolo e al numero di capi allevati nei comuni interessati da consumo di suolo rilevati dal censimento dell'agricoltura 2020[105].
Per quantificare la relazione tra disponibilità di pascolo e consistenza zootecnica è stato, quindi, elaborato un indice di pressione zootecnica, calcolato come il rapporto tra il numero di animali e gli ettari di pascolo, successivamente normalizzato in un intervallo da 0 a 1 al fine di consentire un confronto uniforme tra le diverse macro-aree e definire una relazione tra ettari di suolo agricolo consumato e pressione zootecnica.
L'analisi non stabilisce un legame diretto tra pressione zootecnica e consumo di suolo, ma evidenzia diversi equilibri territoriali tra uso del suolo e intensità degli allevamenti.
Dall'indagine emerge che le aree del Nord-ovest, che risultano caratterizzate da un elevato consumo di suolo, agricolo, presentano valori massimi, pari ad 1, di pressione zootecnica indicando allevamenti concentrati su superfici limitate. Al contrario, nelle Isole, pur con vaste superfici pascolive e un significativo consumo di suolo, l'indice è basso (0,55), a indicare un modello produttivo più estensivo.
Un'ulteriore osservazione ha riguardato il consumo di suolo agricolo in relazione alle aree PSP 2023-2027 e le aree ricomprese nella Strategia Nazionale per le Aree Interne (SNAI).
L'analisi del consumo di suolo agricolo secondo la classificazione PSP 2023-2027 (Tabella 140, Tabella 141) evidenzia una distribuzione che interessa tutte le tipologie territoriali, sebbene con intensità diverse. La quota più elevata si registra nelle aree B, ossia le aree periurbane, che concentrano il 32,45% del consumo complessivo (pari a quasi 2.000 ettari) e presentano anche il valore più alto di consumo permanente (44,28%). Seguono le aree C, classificate come rurali intermedie, che assorbono il 40,12% del totale, con una prevalenza di suolo agricolo trasformato in maniera reversibile (oltre il 41% del totale reversibile). Le aree D, più marginali e fortemente agricole, pur avendo un ruolo meno centrale nei processi di trasformazione, registrano comunque oltre 1.100 ettari di consumo (18,75%), mentre le aree A, ad alta urbanizzazione, rappresentano la quota più contenuta (8,68%). Questi dati confermano come il consumo si concentri prevalentemente in contesti di transizione rurale e nelle zone di contatto con l'urbanizzato, dove la pressione insediativa e infrastrutturale è più intensa, ma interessi anche aree marginali e urbane, delineando un fenomeno capillare e trasversale a tutte le classi territoriali.

Tabella 140. Consumo di suolo agricolo per classificazione PSP 2023-2027 – valori assoluti

Classificazione PSP 2023-2027	Totale permanente (ha)	Totale reversibile (ha)	Totale complessivo (ha)
A	76,98	445,68	522,66
B	365,83	1.588,21	1.954,04
C	250,3	2.165,18	2.415,48
D	133,06	995,96	1.129,02
Totale complessivo	**826,17**	**5.195,03**	**6.021,2**

Tabella 141. Consumo di suolo agricolo per classificazione PSP 2023-2027 e distribuzione di tali aree sul territorio nazionale – valori percentuali

Classificazione PSP 2023-2027	Consumo di suolo permanente	Consumo di suolo reversibile	Consumo di suolo complessivo	Distribuzione sul territorio nazionale
A	9,32%	8,58%	8,68%	4,01%
B	44,28%	30,57%	32,45%	17,13%
C	30,30%	41,68%	40,12%	33,23%
D	16,11%	19,17%	18,75%	45,64%

[105] Nonostante i dati del censimento agricoltura 2020 forniti dall'ISTAT e quelli sul consumo di suolo non risultano perfettamente sovrapponibili, la loro integrazione ha comunque permesso di evidenziare tendenze significative e di proporre un'analisi comparativa.

È interessante osservare come la distribuzione del consumo di suolo agricolo nelle aree rurali secondo la classificazione PSP 2023-2027 non riflette perfettamente la ripartizione delle diverse tipologie di aree sul territorio italiano. Infatti, a livello nazionale le aree rurali marginali (D) risultano le più estese, coprendo il 45,64% del territorio, seguite dalle aree intermedie (C) con il 33,23% e da quelle peri-urbane (B) con il 17,13%, mentre le aree urbane (A) rappresentano la quota minore, pari al 4,01% (Tabella 141).
L'analisi del consumo di suolo agricolo per le Aree SNAI mostra una concentrazione significativa nei territori non classificati come aree interne, che assorbono l'84,91% del totale complessivo, a conferma del fatto che gran parte delle trasformazioni interessa aree agricole esterne alla Strategia Nazionale per le Aree Interne. Le restanti quote si distribuiscono nelle aree SNAI, evidenziando come la pressione sul suolo agricolo vari tra i diversi contesti territoriali e sottolineando l'importanza di strategie mirate per preservare e valorizzare le superfici agricole in tutte le aree.
Infine, le analisi hanno evidenziato altre forme di copertura artificiale non incluse nel consumo di suolo secondo la definizione delle Linee guida per il monitoraggio del consumo di suolo nell'ambito delle attività del SNPA, ovvero Impianti fotovoltaici a bassa densità. Si tratta di circa 116 ettari distribuiti su varie tipologie agricole, principalmente prati e pascoli e terre arabili nude. Queste superfici, pur non considerate tecnicamente "consumate", presentano forme di copertura che ne limitano o alterano l'uso agricolo. Il dato evidenzia quindi una porzione di territorio agricolo soggetto a pressioni indirette o temporanee, che sfuggono alla contabilizzazione ufficiale del consumo di suolo.
Al fine di caratterizzare ulteriormente il fenomeno, attraverso gli indicatori agronomici-estimativi derivati dalle banche dati ISMEA, sono stati analizzati i dati di ricavo (espressi in euro per ettaro) relativi alle produzioni dell'area di interesse nel 2023, così da disporre di un riferimento quantitativo ed economico utile a valutare l'impatto del cambiamento avvenuto nel 2024. Nel 2023 i ricavi medi per comparto produttivo (Figura 219) risultano pari a 5,74 M€ per le colture permanenti, 5,04 M€ per le aree agroforestali e 4,97 M€ per i seminativi mentre il comparto "Altro" si colloca su valori più contenuti (0,40 M€). Il dettaglio del grafico consente di evidenziare la presenza di produzioni orticole (14,3 k€) e di prati e pascoli (13,5 k€), che rappresentano componenti marginali rispetto agli altri comparti. Tale carattere è riconducibile anche alla minore numerosità di osservazioni associate a queste tipologie colturali, in quanto le elaborazioni GIS hanno rilevato una distribuzione spaziale più ampia e dettagliata per le altre colture. Nel 2024 i cambiamenti hanno quindi interessato in misura maggiore i comparti economicamente più significativi, riorientando la distribuzione del valore e attribuendo alle produzioni minori un ruolo secondario.

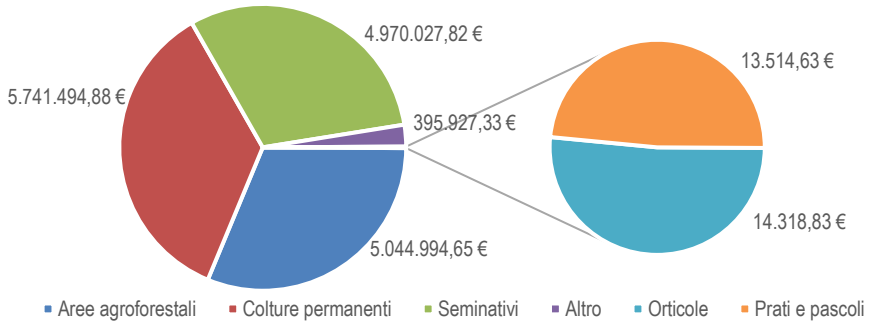


Figura 219**. Ricavo medio per comparto produttivo nel 2023 (€/ha**anno) – Elaborazione su indici ISMEA economico-estimativi"**

Per completare l'analisi e fornire un quadro più articolato, sono stati esaminati i valori agricoli medi al 2023[102] sia per ripartizione geografica sia per comparto produttivo. Questa lettura consente di mettere in evidenza le differenze territoriali e settoriali nella capacità di generare valore, offrendo uno strumento utile per comprendere meglio la struttura economica del sistema agricolo e le sue dinamiche interne.
Il quadro evidenzia differenze territoriali con le aree del Nord-est (41.409 €/ha) e del Nord-ovest (40.780 €/ha) che si collocano nettamente su livelli più elevati, a testimonianza della maggiore intensità e valorizzazione delle produzioni agricole in queste aree. Al contrario, il Centro (16.187 €/ha) e il Sud (11.619 €/ha) presentano valori più moderati, mentre le Isole (9.198 €/ha) mostrano un diverso profilo di valorizzazione delle superfici agricole. Nel complesso, il quadro territoriale evidenzia una varietà di contesti: il Nord si distingue per una forte redditività agricola, mentre il Mezzogiorno offre spazi interessanti per lo sviluppo e la valorizzazione delle superfici agricole.
La distribuzione dei valori agricoli medi (Figura 220) per comparto conferma come alcune produzioni si distinguano per la loro elevata capacità di generare valore. Le orticole (89.760 €/ha) rappresentano il comparto con il valore medio più alto, seguite dai seminativi (25.314 €/ha) e dalle colture permanenti (22.686 €/ha), che garantiscono livelli economici significativi. I prati e pascoli (18.230 €/ha) si collocano su valori intermedi, mentre le aree agroforestali (10.068 €/ha) e la categoria "altro" (4.122 €/ha) contribuiscono con valori più contenuti.
In questo contesto, la perdita di valore fondiario registrata evidenzia l'importanza strategica delle produzioni ad alta redditività, sottolineando come il sistema agricolo possa mantenere solidità economica e capacità di resilienza grazie alla diversificazione dei comparti.

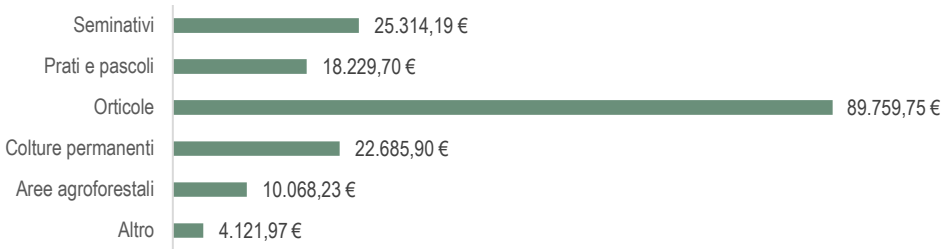


Figura 220. Distribuzione dei valori agricoli medi per comparto produttivo (Fonte dati Agenzia delle Entrate)

L'analisi, in continuità con lo studio sulla SAU, evidenzia come le aree agricole più produttive e accessibili rappresentino una risorsa strategica per la pianificazione territoriale. La sfida consiste nel conciliare lo sviluppo di infrastrutture e impianti energetici, spesso localizzati in aree marginali, con la valorizzazione del potenziale agricolo, limitando la perdita permanente di suolo e accompagnando le trasformazioni temporanee con interventi efficaci di recupero.
I dati mostrano che una quota significativa del consumo di suolo agricolo è legata a trasformazioni formalmente reversibili: ciò rende necessaria una pianificazione attenta, capace di garantire il pieno ripristino delle superfici agricole, salvaguardandone la produttività e l'equilibrio dei sistemi agro-pastorali tradizionali, con effetti positivi anche sulla biodiversità. Allo stesso tempo, una parte delle trasformazioni più stabili – verso edifici o superfici impermeabili – è riconducibile alla crescita e al consolidamento delle imprese locali, che non sempre coincidono con una perdita di valore per il territorio.
In questo senso, un consumo di suolo agricolo gestito in maniera strategica può diventare non solo una sfida, ma anche un'opportunità: da un lato per lo sviluppo economico e infrastrutturale delle aree agricole e marginali, dall'altro per una valorizzazione sostenibile del territorio, con l'agricoltura come elemento centrale nella gestione e manutenzione del paesaggio.
Tuttavia, occorre riflettere anche sulla progressiva riduzione della disponibilità di suolo. In questo contesto, l'agricoltura verticale (vertical farming) si sta affermando in Italia come soluzione innovativa al

consumo di suolo e come risposta concreta alle sfide ambientali e logistiche. Si tratta di un sistema di coltivazione in ambienti controllati e sviluppato su più livelli verticali, che unisce nuove tecnologie e modelli di business alternativi. Rispetto al pieno campo, il vertical farming può raggiungere rese fino a 30 volte superiori per metro quadrato, grazie all'ottimizzazione di luce, temperatura, umidità, CO_2 e densità di impianto: un rapporto che ne evidenzia le potenzialità non solo in termini di efficienza produttiva, ma anche di sostenibilità.

Oltre a prospettive di crescita interessanti – con investimenti previsti superiori ai 200 milioni di euro entro il 2025, in controtendenza rispetto ad altri Paesi europei – il vertical farming dimostra di non essere soltanto una soluzione per contesti difficili. Rappresenta infatti anche un approccio migliorativo per determinati prodotti (ad esempio lattughe o piante aromatiche), per l'ambiente e per il consumatore, aprendo a nuove possibilità di sviluppo agricolo sostenibile.

In parallelo, il quadro normativo nazionale fornisce strumenti concreti per la valorizzazione delle aree agricole esistenti. Lo Schema di Disegno di Legge recante "Misure di consolidamento e sviluppo del settore agricolo", approvato dal Consiglio dei ministri il 24 luglio 2025, all'articolo 9 "Disposizioni in materia di recupero di terreni abbandonati e silenti", indica i principi e criteri generali per il recupero dei terreni non coltivati. L'obiettivo è duplice: incrementare la produzione agricola nazionale e rafforzare le filiere agroalimentari locali, tutelando al contempo le aree interne dal rischio di spopolamento e dal dissesto idrogeologico. Tali terreni possono essere messi a disposizione per operazioni di affitto finalizzate al recupero produttivo del suolo, costituendo così un'alternativa concreta e complementare al vertical farming, che valorizza il patrimonio agricolo esistente senza consumare nuovo suolo.

Il recupero dei terreni silenti emerge, quindi, come una leva strategica per ridurre la pressione sul consumo di suolo agricolo, sostenere l'economia locale e le filiere agroalimentari, e rafforzare la resilienza ambientale e paesaggistica del territorio.

L'integrazione di questa prospettiva normativa con soluzioni innovative come appunto il vertical farming consente di affrontare la sfida del consumo di suolo in modo articolato e sostenibile, generando benefici concreti per produttori, comunità locali e ambiente.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA GENERALE

Agenzia delle Entrate (2018), Manuale della Banca Dati Quotazioni dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare: Istruzioni tecniche per la formazione della Banca Dati Quotazioni OMI

Altobelli F., Vargas R., Corti G., Dazzi C., Montanarella L., Monteleone A., Caon L., Piazza M.G., Calzolari C., Munafò M., Benedetti A., (2020), Improving soil and water conservation and ecosystem services by sustainable soil management practices: From a global to an Italian soil partnership, Italian Journal of Agronomy 2020; 15:1765.

Arma dei Carabinieri, CREA (2021), Le foreste italiane, sintesi e risultati del terzo Inventario Forestale Nazionale INFC2015.

Arnold S., Smith G., Strand G.-H., Hazeu G., Bock M., Kosztra B., Perger C., Banko G., Soukup T., Sanz N.V., et al. (2025), Recent Advances in the EAGLE Concept—Monitoring the Earth's Surface Based on a New Land Characterisation Approach. Land 2025, 14, 1525. https://doi.org/10.3390/land14081525

Becchetti L., Becchetti C., Naso F, (2022), Rinnovabili subito, Donzelli Editore, Roma.

Blasi C., Capotorti G., Alós Ortí M.M., Anzellotti I., Attorre F., Azzella M.M., Carli E., Copiz R., Garfì V., Manes F., Marando F., Marchetti M., Mollo B., Zavattero L, (2017), Ecosystem mapping for the implementation of the European Biodiversity Strategy at the national level: The case of Italy, Environmental Science & Policy, 78:173-184.

Blasi L., Zavattero G., Capotorti S., Bonacquisti R., Copiaz E., Del Vico L., Facioni (2023), Lista Rossa degli Ecosistemi d'Italia, Comitato Italiano IUCN, Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Italiana, https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/biodiversita/lista_rossa_ecosistemi_2023.pdf.

Bódis K., Kougias I., Jäger-Waldau A., Taylor N., Szabó S., A high-resolution geospatial assessment of the rooftop solar photovoltaic potential in the European Union, Renewable and Sustainable Energy Reviews 114 (2019) 109309.

Buchhorn M., Smets B., Bertels L., De Roo B., Lesiv M., Tsendbazar N.E., Linlin, L., Tarko, A. (2020), Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m: Version 3 Globe 2015-2019: Product User Manual; Zenodo, Geneve, Switzerland, September 2020.

Bonham-Carter G., Agterberg F.P., Wright D.F. (1990) Weights of evidence modelling: a new approach to mapping mineral potential. Geology.

Capotorti G., Zavattero L., Copiz R., Del Vico E., Facioni L., Bonacquisti S., Frondoni R., Allegrezza M., Attorre F., Bacchetta G., Barni E., Biondi E., Brandmayr P., Caccianiga M. S., Carli E., Casavecchia S., Cerabolini B. E. L., Chiarucci A., Dell'Olmo L., Fascetti S., Fenu G., Galdenzi D., Gargano D., Gianguzzi L. A., Manes F., Oddi L., Orsenigo S., Paolanti M., Pinna M. S., Rosati L., Rossi G., Sarandrea P., Siniscalco C., Spampinato G., Tazzari E. R., Tesei G., Venanzoni R., Viciani D. & Blasi C. (2020), Implementation of IUCN criteria for the definition of the Red List of Ecosystems in Italy, Plant Biosystems, 154:6, 1007-1011.

Cavalli A., Francini S., Cecili G., Cocozza C., Congedo L., Falanga V., Spadoni G.L., Maesano M., Munafò M., Chirici G., Scarascia Mugnozza G., (2022), Afforestation monitoring through automatic analysis of 36-years Landsat Best Available Composites, iForest - Biogeosciences and Forestry 15: 220-228.

Cecili G., De Fioravante P., Congedo L., Marchetti M., Munafò M, (2022), Land Consumption Mapping with Convolutional Neural Network: Case Study in Italy, Land 2022, 11, 1919,

Cecili G., De Fioravante P., Dichicco P., Congedo L., Marchetti M., Munafò M., (2023), Land Cover Mapping with Convolutional Neural Networks Using Sentinel-2 Images: Case Study of Rome, Land 2023,12 879.

Cimini A., De Fioravante P., Riitano N., Dichicco P., Calò A., Scarascia Mugnozza G., Marchetti M., Munafò, M., (2023), Land consumption dynamics and urban-rural continuum mapping in Italy for SDG 11,3,1 indicator assessment, Land 2023, 12, 155.

Cimini A., De Fioravante P., Dichicco P., Munafò, M. (a cura di), (2025). Atlante 2025. Territori in trasformazione. ISPRA

Clark D.A., Brown S., Kicklighter D.W., Holland E.A. (2001), Net Primary Production in Tropical Forests: An Evaluation and Synthesis of Existing Field Data, Ecological Applications 11(2):371-384,Commissione Europea (2006), Strategia tematica per la protezione del suolo, COM(2006) 231, Bruxelles, 22,9,2006.

Comitato Interministeriale per la Transizione Ecologica (2022), Piano per la transizione ecologica, Delibera CITE n, 1, 8 marzo 2022.

Commissione Europea (2002), Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni, Verso una strategia tematica per la protezione del suolo - COM/2002/0179 def.

Commissione Europea (2006), Strategia tematica per la protezione del suolo, COM(2006) 231, Bruxelles, 22,9,2006.

Commissione Europea (2011), Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse, COM(2011) 571, Bruxelles, 20,9,2011.

Commissione Europea (2012), Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, Bruxelles, 15.5.2012, SWD (2012) 101.

Commissione Europea (2013), Superfici impermeabili, costi nascosti, Alla ricerca di alternative all'occupazione e all'impermeabilizzazione dei suoli, Lussemburgo.

Commissione Europea (2013b), Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa, COM(2013) 249 final.

Commissione Europea (2016), Future Brief: No net land take by 2050? April 2016.

Commissione Europea (2020), Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030. Riportare la natura nella nostra vita, COM(2020) 380 final.

Commissione Europea (2020b), Caring for soil is caring for life: ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate, Report of the Mission board for Soil health and food, Publications Office, September 2020.

Commissione Europea (2020c), VIII Programma di azione per l'ambiente fino al 2030, COM(2020) 652 final.

Commissione Europea (2021), Strategia dell'UE per il suolo per il 2030, Suoli sani a vantaggio delle persone, degli alimenti, della natura e del clima, COM/(2021) 699 final.

Commissione Europea (2023), Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law), COM(2023) 416 final.

Congedo L., Sallustio L., Munafò M., Ottaviano M., Tonti D., Marchetti M, (2016), Copernicus high-resolution layers for land cover classification in Italy, Journal Of Maps 2016:1-11.

Congedo L., Marinosci I., Riitano N., Strollo A., De Fioravante P., Munafò M., (2017), Monitoring of Land Consumption: an Analysis of Loss of Natural and Agricultural Areas in Italy, Ann, Bot., 2017, 7: 1–9.

Costantini E.A.C., L'Abate G., Barbetti R., Fantappié M., Lorenzetti R., Magini S, (2012), Carta dei suoli d'Italia, scala 1:1,000,000 (Soil map of Italy, scale 1:1,000,000) – S.EL.CA, Firenze, Italia.

De Fioravante P., Strollo A., Assennato F., Marinosci I., Congedo L., Munafò M, (2022), High Resolution Land Cover Integrating Copernicus Products: A 2012–2020 Map of Italy, Land 2022, 11, 35.

De Fioravante P., Luti T., Cavalli A., Giuliani C., Dichicco P., Marchetti M., Chirici G., Congedo L., Munafò M., (2021), Multispectral Sentinel-2 and SAR Sentinel-1 integration for automatic land cover classification, Land 2021, 10(6), 611.

De Fioravante P., Strollo A., Cavalli A., Cimini A., Smiraglia D., Assennato F., Munafò M., (2023), Ecosystem Mapping and Accounting in Italy Based on Copernicus and National Data through Integration of EAGLE and SEEA-EA Frameworks, Land 2023, 12, 286.

Dupont, L., Ooms, K., Antrop, M., & Van Eetvelde V., (2016), Comparing saliency maps and eye-tracking focus maps: The potential use in visual impact assessment based on landscape photographs, *Landscape and urban planning*, *148*, 17-26.

EEA (2011), Report No 18/2011 – Green infrastructure and territorial cohesion.

EEA (2016), Report No 8/2016 - The direct and indirect impacts of EU policies on land,

EEA (2016b), Report No 11/2016 – Urban sprawl in Europe,

EEA (2016), Land recycling in Europe, Approaches to measuring extent and impacts, EEA Report No 31/2016.

EEA (2017), Landscapes in transition, An account of 25 years of land cover change in Europe, EEA Report n, 10/2017, European Environment Agency, Copenhagen.

EEA (2017b), Soil resource efficiency in urbanised areas, Analytical framework and implications for governance, Report n, 7/2016.

EEA (2017c), Landscape fragmentation indicator effective mesh density (Seff).

EEA (2018), Technical specifications for implementation of a new land-monitoring concept based on EAGLE, EEA/IDM/R0/17/003.

EEA (2019), Thematic Content and Definitions of EAGLE Model Elements.

EEA (2019b), The European environment – state and outlook 2020, Knowledge for transition to a sustainable Europe, European Environment Agency.

EEA (2021), Land take and land degradation in functional urban areas, EEA Report n, 17/2021, European Environment Agency, Copenhagen.

EEA (2023), Explanatory Documentation of the EAGLE Concept, V. 3.2. European Environment Agency, Copenhagen.

Eurostat (2021), Applying the Degree of Urbanisation, A methodological manual to define cities, towns and rural areas for international comparisons, 2021 edition, European Union, Lussemburgo.

FAO, Food and Agriculture Organization (2001), Global Forest Resources Assessment 2000: Main report, Rome.

FAO and ITPS (2018), Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap) Technical Report, Rome.

FAO, Food and Agriculture Organization (2020), Global Forest Resources Assessment 2000: Main report, Rome.

Femia A., Monbiot G., (2018), Price Less, la Natura non è Capitale, Sbilanciamoci, http://sbilanciamoci.info/price-less-i-concetti-di-natura-e-capitale.

Florczyk A.J., Corbane C., Ehrlich D., Freire S., Kemper T., Maffenini L., Melchiorri M., Pesaresi M., Politis P., Schiavina M., Sabo F., Zanchetta L, (2019), GHSL Data Package 2019, EUR 29788 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Francini S., D'Amico G., Vangi E., Borghi C., Chirici G., (2022), Integrating GEDI and Landsat: Spaceborne Lidar and Four Decades of Optical Imagery for the Analysis of Forest Disturb-ances and Biomass Changes in Italy, Sensors, 22(5):2015.

Francini S., McRoberts R.E., Giannetti F., Marchetti M., Scarascia Mugnozza G., Chirici G. (2021), The three indices three dimen-sions (3I3D) algorithm: a new method for forest disturbance mapping and area estimation based on optical remotely sensed imagery, International Journal of Remote Sensing 42 (12):4697-4715.

GSE, Rapporto Statistico 2022, Solare Fotovoltaico

Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico 2023, Gestore dei Servizi Energetici S,p,A

Gazzetta Ufficiale Serie Generale n,153 del 02 luglio 2024

Ioannidis R., & Koutsoyiannis D., (2020), A review of land use, visibility and public perception of renewable energy in the context of landscape impact, *Applied Energy*, *276*, 115367.

ISPRA (2015), Annuario dei dati ambientali - Edizione 2014.

ISPRA (2018), Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo ISPRA-SNPA 2018, Annesso metodologico.

ISPRA (2021), Carta nazionale dei principi sull'uso sostenibile del suolo, Report Soil4Life Life GIE/IT/000477.

Jaeger J.A.G., (2000), Landscape division, splitting index, and effective mesh size: New measures of landscape frag-mentation, – Landscape ecology 15(2): 115-130.

Kawashima, S., Ishida, T., Minomura, M., & Miwa, T. (2000). Relations between surface temperature and air temperature on a local scale during winter nights. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 39(9), 1570–1579

Konijnendijk, C.C., (2023), Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule, Journal of forestry research, 34(3), 821-830.

Lal R., (2015), Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation, Sustainability 2015, 7, 5875-5895.

Luti T., De Fioravante P., Marinosci I., Strollo A., Riitano N., Falanga V., Mariani L., Congedo L., Munafò M., (2021), Land Consumption Monitoring with SAR Data and Multispectral Indices, Remote Sensing 2021, 13, 1586,

Lusted L. B., (1968) Introduction to medical decision making. Charles Thomas: Springfield, 1968:271

Maes J., *et al*., 2018, Mapping and assessment of ecosystems and their services: an analytical framework for ecosystem condition, ISBN: 978-92-79-74288-0, Printed by OP, Luxembourg.

Ma, B., Hauer, R. J., Östberg, J., Koeser, A. K., Wei, H., & Xu, C. (2021). A global basis of urban tree inventories: What comes first the inventory or the program. Urban Forestry and Urban Greening, 60. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127087

Markos A., Sims N., & Giuliani G., (2023). Beyond the SDG 15.3. 1 Good Practice Guidance 1.0 using the Google Earth Engine platform: developing a self-adjusting algorithm to detect significant changes in water use efficiency and net primary production. *Big Earth Data*, *7*(1), 59-80.

Minelli A., Marchesini I., Taylor F. E., De Rosa P., Casagrande L., & Cenci M., (2014), An open source GIS tool to quantify the visual impact of wind turbines and photovoltaic panels, Environmental Impact Assessment Review, 49, 70-78.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2017), Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017.

Ministero della Transizione Ecologica (2022), Strategia Nazionale Biodiversità 2030, 14 aprile 2022.

Ministero della Transizione Ecologica (2022), Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, Giugno 2022.

Morabito M., Crisci A., Guerri G., Messeri A., Congedo L., Munafò M., (2021), Surface urban heat islands in Italian metropolitan cities: Tree cover and impervious surface influences, Science of the Total Environment 751(2021)-142334.

Moser B., Jaeger J.A.G., Tasser E., Eiselt B., Tappeiner U., (2007), Modification of the effective mesh size for measuring landscape fragmentation to solve the boundary problem, Landscape Ecology 22, pp 447–459.

Munafò M., Tombolini I, (2014), Il consumo di suolo in Italia - Edizione 2014, ISPRA Rapporti 195/2014.

Munafò M., Assennato F., Congedo L., Luti T., Marinosci I., Monti G., Riitano N., Sallustio L., Strollo A., Tombolini I., Marchetti M, (2015), Il consumo di suolo in Italia - Edizione 2015, ISPRA Rapporti 218/2015.

Munafò M., (a cura di) (2016), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2016, Rapporti ISPRA 248/2016.

Munafò M., (a cura di) (2017), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2017, Rapporti ISPRA 266/2017.

Munafò M., (a cura di) (2018), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2018, Rapporti ISPRA 288/2018.

Munafò M., Marinosci I, (a cura di) (2018), Territorio, Processi e trasformazioni in Italia, Rapporti ISPRA 296/2018.

Munafò M., (a cura di) (2019), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2019, Report SNPA 08/2019.

Munafò M., (a cura di) (2020), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2020, Report SNPA 15/2020.

Munafò M., (a cura di) (2021), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Edizione 2021, Report SNPA 22/2021.

Munafò M., (a cura di) (2022), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Edizione 2022, Report SNPA 32/2022.

Munafò, M., (a cura di) (2023), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Edizione 2023, Report SNPA 37/2023.

Munafò, M., (a cura di) (2024), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Edizione 2024, Report SNPA 43/2024.

Oldeman L.R., , Hakkeling R.T.A, Sombroek W.G., (1991), World map of the status of human-induced soil degradation: an explanatory note, Wageningen: International Soil Reference and Information Centre; Nairobi: United Nations Environment Programme.

Olivari B., Cipriano P., Napolitano M., & Giovannini L., (2023), Are Italian cities already 15-minute? Presenting the Next Proximity Index: A novel and scalable way to measure it, based on open data, Journal of Urban Mobility, 4, 100057, DOI https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2023.100057.

Osservatorio data Center del Politecnico di Milano (2024)

Orgiazzi A., Bardgett R.D., Barrios E., Behan-Pelletier V., Briones M.J.I., Chotte J-L., De Deyn G.B., Eggleton P., Fierer N., Fraser T., Hedlund K., Jeffery S., Johnson N.C., Jones A., Kandeler E., Kaneko N., Lavelle P., Lemanceau P., Miko L., Montanarella L., Moreira F.M.S., Ramirez K.S., Scheu S., Singh B.K., Six J., van der Putten W.H., Wall D.H. (Eds.) (2016), Global Soil Biodiversity Atlas, European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Panagos P., Ballabio C., Borrelli P., Meusburger K., Klik A, *et al*., (2015), Rainfall erosivity in Europe Science of Total Environment, 511 (2015), pp, 801-814.

Panagos P., Borrelli P., Poesen J., Ballabio C., Lugato E., Meusburger K., & Alewell C., (2015), The new assessment of soil loss by water erosion in Europe, Environmental science & policy, 54, 438-447.

Parlamento europeo e Consiglio (2013), Decisione n, 1386/2013/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 novembre 2013 su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 «Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta», GUUE, L 354, 28,12,2013: 171-200,

Parlamento europeo (2021), Risoluzione del Parlamento europeo sulla protezione del suolo n, 2021/2548(RSP), April 2021,

Piano per la Transizione Ecologica, Gazzetta Ufficiale del 15 giugno 2022, n, 138

Pileri P., (2017), Persistente e inefficiente: così è il consumo di suolo nel Paese, ISPRA (2017), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2017.

Pileri P., (2018), 100 parole per salvare il suolo: piccolo dizionario urbanistico-italiano, Altreconomia, Milano.

Pileri P., Assennato F., Calzolari C., Giandon P., Marchetti M., Marino D., Morri E., Pettenella D., Sallustio L., Salvati L., Santolini R., Terribile F., Ungaro F., Vinci I., Munafò M., (2018), La sfida dei servizi ecosistemici alla cultura della monetizzazione e della compensazione, In: ISPRA, 2018, Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2018.

Pileri P., (2022), L'intelligenza del suolo, Piccolo atlante per salvare dal cemento l'ecosistema più fragile, Altreconomia, Milano.

Pileri P., (2024), Dalla parte del suolo, L'ecosistema invisibile, Laterza, Bari-Roma.

Ponce-Campos G.E., Moran M.S., Huete A., Zhang Y., Bresloff C., Huxman T.E., … Starks P.J., (2013), Ecosystem resilience despite large-scale altered hydroclimatic conditions, Nature, 494(7437), 349-352.

Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., Ritchie, J.C., Sobecki, T.M., Bloodworth, H., (2003), Effect of soil organic carbon on soil water retention, Geoderma, 116, 61-76, https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00094-6.

Rawls W.J., and Brakensiek D.L., (1985), Prediction of Soil Water Properties for Hydrologic Modeling, In: Proceedings of the American Society of Civil Engineers Watershed Management in the Eighties Symposium, American Society of Civil Engineers, New York, pp 293-299.

Reddy S.M.W., McDonald R.I., Maas S., Rogers A., Girvetz A., North E.H., Molnar J., Finley J., Leathers T. L,, DiMuro G.J., (2015), Finding solutions to water scarcity:incorporating ecosystem service values into business planning at The Dow Chemical Company's Freeport, TX facility, Ecosyst, Serv, http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.12,001.

Regione Lombardia (2018), Delibera C,R, 19/12/2018, n, XI/411, Approvazione delle controdeduzioni alle osservazioni all'integrazione al piano territoriale regionale adottata con d,c,r, x/1523 del 23 maggio 2017 e della dichiarazione di sintesi finale, Approvazione dell'integrazione del Piano Territoriale Regionale ai sensi della l,r, 31/2014 (articolo 21, comma 4, l,r, 11 marzo 2005 n, 12 (Legge per il governo del territorio).

Renard K.G., *et al*, (1997), Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Agricultural Handbook 703) US Department of Agriculture, Washington, DC, p, 404.

Riitano N., Dichicco P., De Fioravante P., Cavalli A., Falanga V., Giuliani C., Mariani L., Strollo A., Munafò M., (2020), Land Consumption in Italian Coastal Area, Environmental Engineering and Management Journal 19(2020), 10, 1857-1868.

Romano B., Zullo F., Fiorini L., Ciabò S, and Marucci A., (2017), "Sprinkling: An approach to describe urbanization dynamics in Italy", Sustainability (Switzerland), Vol, 9 No, 1.

Romano B., Fiorini L., Marucci A, (2019), Italy without Urban 'Sprinkling', A Uchronia for a Country that Needs a Retrofit of Its Urban and Landscape Planning, Sustainability 11, 3469,

Rusco E., Filippi N., Marchetti M, and Montanarella L, (2003), Carta Ecopedologica d'Italia, IES, CCR, CE, EUR 20774 IT, 2003.

Schillaci C., Jones A., Vieira D., Munafò M., Montanarella L, (2022), Evaluation of the Sustainable Development Goal 15,3,1 Indicator of Land Degradation in the European Union, Land Degradation & Development.

SNPA, Linee guida per il monitoraggio del consumo di suolo nell'ambito delle attività del SNPA, Edizione 2024, Linee guida SNPA, 50/2024.

Società Infrastrutture Milano Cortina 2020–2026 S.p.A. (2025), Piano delle opere, SIMICO, https://www.simico.it/piano-delle-opere/, consultato a luglio 2025.

Steduto, P., Hsiao, T, C., Fereres, E., & Raes, D., (2012), Crop yield response to water (Vol, 1028, p, 99), Rome, Italy: Fao.

Strollo A., Smiraglia D., Bruno R., Assennato F., Congedo L., De Fioravante P., Giuliani C., Marinosci I., Riitano N., Munafò M., (2020), A Map of Land Consumption in Italy, Journal of Maps, 16:1, 113-123.

Sun, H., Heng, C. K., Reindl, T., & Lau S.S. Y. (2021), Visual impact assessment of coloured Building-integrated photovoltaics on retrofitted building facades using saliency mapping, *Solar Energy*, *228*, 643-658.

Sward J. A., Nilson R. S., Katkar V. V., Stedman R. C., Kay D. L., Ifft J E., & Zhang K. M., (2021), Integrating social considerations in multicriteria decision analysis for utility-scale solar photovoltaic siting, *Applied energy*, *288*, 116543.

Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A., Dotta G., (2023), TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 meters cell size (Version 1,1), Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), https://doi.org/10.13127/tinitaly/1.1.

Tolan J., Yang H.-I., Nosarzewski B., Couairon G., Vo H.V., Brand, J., Spore J., Majumdar S., Haziza D., Vamaraju J., Moutakanni T., Bojanowski P., Johns T., White B., Tiecke T., & Couprie C. (2024). Very high resolution canopy height maps from RGB imagery using self-supervised vision transformer and convolutional decoder trained on aerial lidar. *Remote Sensing of Environment*, *300*, 113888. https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113888

Toledo, C., Scognamiglio, A., (2021) Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns), Sustainability 2021, 13, 6871, https://doi.org/10.3390/su13126871.

Trends.Earth, Conservation International, Disponibile online su: http://trends.earth, 2022.

Trigila A., Iadanza C., Lastoria B., Bussettini M., Barbano A, (2021) Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - Edizione 2021, ISPRA, Rapporti 356/2021.

UN (2015), Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1, United Nations.

UN Habitat Metadata on SDGs Indicator 11,7,1 Indicator Category: Tier II Available online: https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/07/metadata_on_sdg_indicator_11,7,1,pdf (accessed on 10 January 2024).

UNCCD (2016), Report of the Conference of the Parties on its twelfth session, held in Ankara from 12 to 23 October 2015, Part two: Actions, ICCD/COP (12)/20/Add,1, United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, http://www.unccd.int/Lists/OfficialDocuments/cop12/20add1eng.pdf.

UNCCD (2017), Good Practice Guidance SDG Indicator 15,3,1 Proportion of land that is degraded over total land area, https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-10/Good%20Practice%20Guidance_SDG%20Indicator%2015.3.1_Version%201.0.

UNCCD (2021), Good Practice Guidance SDG Indicator 15,3,1 Proportion of land that is degraded over total land area, Version 2,0, United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany.

UNSD (2022), Indicator 15.3.1 Metadata: Proportion of land that is degraded over total land area, Disponbile al sito: https://unstats.un.org/sdgs/metadata/.

Zhang P., Bounoua L., Imhoff M. L., Wolfe R.E., & Thome K. (2014). Comparison of MODIS Land Surface Temperature and Air Temperature over the Continental USA Meteorological Stations. Canadian Journal of Remote Sensing, 40(2), 110–122. https://doi.org/10.1080/07038992.2014.935934

BIBLIOGRAFIA RELATIVA AI CONTRIBUTI DEGLI OSSERVATORI/TAVOLI TECNICI

Regione Veneto

https://www.regione.veneto.it/web/ambiente-e-territorio/vts

https://www.alpine-space.eu/project/plantoconnect/

https://www.regione.veneto.it/web/ambiente-e-territorio/plantoconnect

2020 IUCN Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors

BIBLIOGRAFIA RELATIVA AI CONTRIBUTI DEL COMITATO SCIENTIFICO

Approccio One Health e fornitura di servizi ecosistemici nel continuum urbano-rurale che caratterizza le città metropolitane in Italia

Commissione Paneuropea per il Clima e la Salute (OMS/Europa) (2025), Extreme weather events in the European Region are a health emergency, not just a climate one.

Eurobarometro Cambiamento Climatico (2025), Indagine Eurobarometro sul cambiamento climatico.

Espey J., Keith M., Parnell S., Schwanen T., Seto K.C. (2024), Designing policy for Earth's urban future. Science, 383 (6681), pp. 364–367.

ISPRA (2025), Il clima in Italia nel 2024. Delibera del Consiglio SNPA n. 287/25 del 2.07.2025.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2025), Rapporto Speciale – Città.

Marando F., Salvatori E., Sebastiani A., Fusaro L., Manes F. (2019), Regulating ecosystem services and green infrastructure: Assessment of urban heat island effect mitigation in the municipality of Rome, Italy. Ecological Modelling, 392, pp. 92–102.

MASE – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2025), Strategia dell'UE per il suolo per il 2030.

Munafò M. (a cura di) (2023), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA 37/23.

Munafò M. (a cura di) (2024), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2024. Report Ambientali SNPA n. 43/2024 – ISBN 978-88-448-1234-8.

Nardella L., Sebastiani A., Stafoggia M., Buonocore E., Franzese P.P., Manes F., (2024), Modeling regulating ecosystem services along the urban–rural gradient: A comprehensive analysis in seven Italian coastal cities. Ecological Indicators, 165, 112161.

Sebastiani A., Marando F., Manes F., (2021), Mismatch of Regulating Ecosystem Services for sustainable urban planning: PM10 removal and urban heat island effect mitigation in the Municipality of Rome (Italy). Urban Forestry & Urban Greening, 57, 126938. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126938

La dinamica e il consumo di suolo nei trent'anni dell'Inventario IUTI

Ascoli D., Moris J.V., Marchetti M., Sallustio L., (2024), Land use change towards forests and wooded land correlates with large and frequent wildfires in Italy. Annals of Silvicultural Research, 46 (2), pp. 177–188. doi:10.12899/asr-2264.

Caddeo A., Marras S., Sallustio L., Spano D., Sirca C., (2019), Soil organic carbon in Italian forests and agroecosystems: Estimating current stock and future changes with a spatial modelling approach. Agricultural and Forest Meteorology, 278, 107654. doi:10.1016/j.agrformet.2019.107654.

Chiesura A., (2004), The role of urban parks for the sustainable city. Landscape and Urban Planning, 68 (1), pp. 129–138. doi:10.1016/j.landurbplan.2003.08.003.

Churkina G., (2008), Modeling the carbon cycle of urban systems. Ecological Modelling, 216 (2), pp. 107–113. doi:10.1016/j.ecolmodel.2008.03.006.

Corona P., (2010), Integration of forest mapping and inventory to support forest management. iForest – Biogeosciences and Forestry, 3, pp. 59–66. doi:10.3832/ifor0531-003.

Corona P., Fattorini L., Chirici G., Valentini R., Marchetti M., (2007), Estimating forest area at the year 1990 by two-phase sampling on historical remotely sensed imagery in Italy. Journal of Forest Research, 12, pp. 8–13. doi:10.1007/s10310-006-0239-2.

Corona P., Barbati A., Tomao A., Bertani R., Valentini R., Marchetti M., Fattorini L., Perugini L. (2012), Land use inventory as framework for environmental accounting: An application in Italy. iForest – Biogeosciences and Forestry, 5, pp. 204–209. doi:10.3832/ifor0625-005.

Di Pirro E., Sallustio L., Capotorti G., Marchetti M., Lasserre B. (2021), A scenario-based approach to tackle trade-offs between biodiversity conservation and land use pressure in Central Italy. Ecological Modelling, 448, 109533. doi:10.1016/j.ecolmodel.2021.109533.

Ellis E.C., Ramankutty N., (2008), Putting people in the map: Anthropogenic biomes of the world. Frontiers in Ecology and the Environment, 6 (8), pp. 439–447. doi:10.1890/070062.

Foley J.A., DeFries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N., Snyder P.K., (2005), Global consequences of land use. Science, 309 (5734), pp. 570–574. doi:10.1126/science.1111772.

ISTAT (2020), Annuario statistico italiano 2020, pp. XXIV+802. ISBN 978-88-458-2034-2.

ISTAT (2023), Popolazione residente e dinamica della popolazione.

Marchetti M., Vizzarri M., Lasserre B., Sallustio L., Tavone A., (2015), Natural capital and bioeconomy: Challenges and opportunities for forestry. Annals of Silvicultural Research, 38 (2), pp. 62–73. doi:10.12899/asr-1013.

Munafò M. (a cura di) (2023), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Report SNPA 37/23. ISBN 978-88-448-1178-5.

Pagliarella M.C., Sallustio L., Capobianco G., Conte E., Corona P., Fattorini L., Marchetti M., (2016), From one- to two-phase sampling to reduce costs of remote sensing-based estimation of land-cover and land-use proportions and their changes. Remote Sensing of Environment, 184, pp. 410–417. doi:10.1016/j.rse.2016.07.027.

Sallustio L., Simpatico A., Munafò M., Giancola C., Tognetti R., Vizzarri M., Marchetti M., (2015), Recent trends in forest cover changes: only positive implications? L'Italia Forestale e Montana, 70 (4), pp. 273–294. doi:10.4129/ifm.2015.4.03.

Sallustio L., Munafò M., Riitano N., Lasserre B., Fattorini L., Marchetti M., (2016), Integration of land use and land cover inventories for landscape management and planning in Italy. Environmental Monitoring and Assessment, 188 (1), 48. doi:10.1007/s10661-015-5056-7.

Santoro A., Piras F., (2023), Natural Forests or Cultural Forests? Forest Changes within Italian Protected Areas in the Last 85 Years. Forests, 14 (5), 921. doi:10.3390/f14050921.

Schröter D., Cramer W., Leemans R., Prentice I.C., Araújo M.B., Arnell N.W., Bondeau A., Bugmann H., Carter T.R., Gracia C.A., de la Vega-Leinert A.C., Erhard M., Ewert F., Glendining M., House J.I., Kankaanpää S., Klein R.J., Lavorel S., Lindner M., Metzger M.J., Meyer J., Mitchell T.D., Reginster I., Rounsevell M., Sabaté S., Sitch S., Smith B., Smith J., Smith P., Sykes M.T., Thonicke K., Thuiller W., Tuck G., Zaehle S., Zierl B. (2005), Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. Science, 310 (5752), pp. 1333–1337. doi:10.1126/science.1115233.

Tassinari P., (a cura di) (2012), Le trasformazioni dei paesaggi nel territorio rurale: le ragioni del cambiamento e possibili scenari futuri. Approfondimenti interdisciplinari per la salvaguardia, la gestione e la pianificazione. Gangemi Editore, pp. 255.

Vizzarri M., Tognetti R., Marchetti M., (2015), Forest ecosystem services: Issues and challenges for biodiversity, conservation, and management in Italy. Forests, 6 (6), pp. 1810–1838. doi:10.3390/f6061810.

Il contributo dei parchi nazionali al benessere umano: un focus sul PNALM e sul PNCvD

Astiaso Garcia D., Bruschis D., Cinquepalmi F., Cumo F. (2013), An estimation of urban fragmentation of natural habitats: Case studies of the 24 Italian National Parks. *Chemical Engineering Transactions*, 32.

Barthel S., Parker J., Ernstson H. (2019), Global Urbanization and Food Production in Direct Competition for Land. *The Anthropocene Review*.

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (2024), *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2024*. Report SNPA n. 43/2024, Roma. ISBN 978-88-448-1234-8.

Kalinauskas M., Shuhani Y., Pinto L.V., Inácio M., Pereira P. (2024), Mapping ecosystem services in protected areas: A systematic review. *Science of the Total Environment*, 912, 169248.

Keck F., Peller T., Alther R., Barouillet C., Blackman R., Capo E., Chonova T., Couton M., Fehlinger L., Kirschner D., Knüsel M., Muneret L., Oester R., Tapolczai K., Zhang H., Altermatt F. (2025), The global human impact on biodiversity. *Nature*, pp. 1–6.

Malandra F., Vitali A., Urbinati C., Garbarino M. (2018), 70 years of land use/land cover changes in the Apennines (Italy): A meta-analysis. Forests, 9 (9), 551.

Marino D., Barone A., Marucci A., Pili S., Palmieri M. (2023), Impact of Land Use Changes on Ecosystem Services Supply: A Meta Analysis of the Italian Context. *Land*, 12, 2173.

Marino D., Barone A., Marucci A., Pili S., Palmieri M. (2024), The Integrated Analysis of Territorial Transformations in Inland Areas of Italy: The Link between Natural, Social, and Economic Capitals Using the Ecosystem Service Approach. *Land*, 13 (9), 1455.

Marino D., Barone A., Marucci A., Pili S., Palmieri M. (2025), How Do Territorial Relationships Determine the Provision of Ecosystem Services? A Focus on Italian Metropolitan Regions in Light of Von Thunen's Theorem. *Urban Science*, 9, 87.

Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press.

Palmieri M., Marucci A., Barone A., Pili S., Marino D. (2025), Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici: il caso studio della Green Community Alta Sabina. In: Palmieri M., Pazzagli R. (a cura di), Paesaggi e crisi ambientale. Percorsi di ricerca tra scienza e politica. Collana: Uomo, ambiente, sviluppo. Franco Angeli. ISBN: 9788835169444.

Petroni M.L., Siqueira-Gay J., Gallardo A.L.C.F. (2022), Understanding land use change impacts on ecosystem services within urban protected areas. *Landscape and Urban Planning*, 223, 104404.

Petrosillo I.,. Semeraro T, Zurlini G. (2010), Detecting the 'conservation effect' on the maintenance of natural capital flow in different natural parks. *Ecological Economics*, 69, pp. 1115–1123.

Steffen R. et al. (2023), Earth beyond six of nine Planetary Boundaries. *Science Advances*, 9 (37), eadh2458.

Wu X., Liu S., Zhao S., Hou X., Xu J., Dong S., Liu G. (2019), Quantification and driving force analysis of ecosystem services supply, demand and balance in China. Science of the Total Environment, 652, pp. 1375–1386.

Strumenti operativi di supporto alle pubbliche amministrazioni per il monitoraggio dell'isola di calore urbana tramite satelliti: la Web-App del progetto MIRIFICUS

Albini G., Guerri G., Munafò M., Morabito M. (2025), Investigation of the Surface Urban Heat Island (SUHI) by two remote sensing-based approaches in Italian regional capitals. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 38. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2025.101567

De Fioravante P., Luti T., Cavalli A., Giuliani C., Dichicco P., Marchetti M., Chirichi G., Congedo L., Munafò M. (2021), Multispectral Sentinel-2 and SAR Sentinel-1 Integration for Automatic Land Cover Classification. Land, 10, 611. https://doi.org/10.3390/land10060611

Festa M. (a cura di) (2025), Manuale dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare. Edizione 2025.

Guerri G., Crisci A., Congedo L., Munafò M., Morabito M. (2022), A functional seasonal thermal hot-spot classification: focus on industrial sites. Science of the Total Environment, 806, 151383. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151383

Guerri G., Crisci A., Messeri A., Congedo L., Munafò M., Morabito M. (2021), Thermal Summer Diurnal Hot-Spot Analysis: The Role of Local Urban Features Layers. Remote Sensing, 13, 538. https://doi.org/10.3390/rs13030538

Guerri G., Albini G., Casali A., Cimini A., Congedo L., Crisci A., De Benedetti A.A., De Corso S., Dichicco P., Munafò M., Morabito M. (2024), Activities and Development of a GIS Information Tool to Support Public Administrations to Counteract the Urban Heat Island Phenomenon: The First Year of Activity of the Mirificus Project. IGARSS 2024 - IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Athens, 1388–1393. https://doi.org/10.1109/IGARSS53475.2024.10641083

Guerri, G., Albini, G., Casali, A., Cimini, A., Congedo, L., Crisci, A., De Benedetti, A. A., Funaro, M., De Corso, S., Dichicco, P., Munafò, M., & Morabito, M. (2025). A Google Earth Engine App to monitor the Surface Urban Heat Island phenomenon in Italy: the MIRIFICUS Project. [Data set]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.15187739

Guha S., Govil H., Dey A., Gill N. (2018), Analytical Study of Land Surface Temperature with NDVI and NDBI Using Landsat 8 OLI and TIRS Data in Florence and Naples City, Italy. European Journal of Remote Sensing, 51, pp. 667–678. https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1474494

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022), Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Liu L., Zhang Y. (2011), Urban heat island analysis using the Landsat TM data and ASTER Data: A case study in Hong Kong. Remote Sensing, 3 (7), pp. 1535–1552. https://doi.org/10.3390/rs3071535

Lüthi S., Fairless C., Fischer E.M. et al. (2023), Rapid increase in the risk of heat-related mortality. Nature Communications, 14, 4894. https://doi.org/10.1038/s41467-023-40599-x

Marinaccio A., Gariazzo C., Taiano L., Bonafede M., Martini D., D'Amario S., de'Donato F., Morabito M. (2025), Climate change and occupational health and safety. Risk of injuries, productivity loss and the co-benefits perspective. Environmental Research, 269. https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.120844

Mavrakou T., Polydoros A., Cartalis C., Santamouris M. (2018), Recognition of Thermal Hot and Cold Spots in Urban Areas in Support of Mitigation Plans to Counteract Overheating: Application for Athens. Climate, 6 (1): 16. https://doi.org/10.3390/cli6010016

Morabito M., Crisci A., Guerri G., Messeri A., Congedo L., Munafò M. (2021), Surface Urban Heat Islands in Italian Metropolitan Cities: Tree Cover and Impervious Surface Influences. Science of the Total Environment, 751, 142334. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142334

Munafò M. (a cura di) (2023), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA 37/23.

Munafò M. (a cura di) (2024), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2024. Report SNPA 259/24.

Simpson H.C., Brousse O., Taylor T., Milojevic A., Grellier J., Taylor J., et al. (2025), The mortality and associated economic burden of London's summer urban heat island effect: a modelling study. The Lancet Planetary Health, 9 (3), pp. E219–E226. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(25)00025-7

Vimayak B., Lee H., Gedam S., Latha R. (2022), Impacts of future urbanization on urban microclimate and thermal comfort over the Mumbai metropolitan region, India. Sustainable Cities and Society, 79, Article 103703. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103703

World Health Organization – Regional Office for Europe (2021), Heat and health in the WHO European Region: updated evidence for effective prevention. WHO Regional Office for Europe.

Impatto degli impianti eolici e fotovoltaici sui servizi ecosistemici idrici: il caso studio della Basilicata

Murgante B., Borruso G., Lapucci A. (2015), Geocomputation and Urban Planning: Spatial Metrics and Resilience. In: Computational Science and Its Applications – ICCSA 2015, pp. 3–18. Springer, Cham.

Pilogallo A., Saganeiti L., Pontradolfi P., Scorza F., Murgante B. (2020), Comparing territorial performances of Renewable Energy Sources' plants with integrated Ecosystem Services losses assessment: Melfi municipality sample area in Basilicata region (Italy). Sustainable Cities and Society, 56, 102082. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102082

Saganeiti L., Mustafa A., Teller J., Murgante B. (2021), Modeling urban sprinkling with cellular automata. Sustainable Cities and Society, 64, 102586. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102586

Saganeiti L., Pilogallo A., Faruolo G., Scorza F., Murgante B. (2020), Territorial Fragmentation and Renewable Energy Source Plants: Which Relationship? Sustainability, 12, 1828. https://doi.org/10.3390/su12051828

USDA-NRCS (1986), Urban Hydrology for Small Watersheds (TR-55). U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, Technical Release 55, June 1986.

Pianificare la continuità ecologica. Considerazioni sul caso francese

CEREMA (2019), Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques.

CEREMA (2024), Méthode nationale des Atlas de paysages.

Clergeau P., Blanc N. (2013), Trames Vertes Urbaines. De la Recherche Scientifique au Projet Urbain. Le Moniteur, Paris.

Commissione Europea (2013), Comunicazione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni – Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa (COM/2013/0249 final).

Cormier L. (2014), Les paysages ordinaires. Trames Vertes, vers un nouveau paradigme? Bulletin de l'association de Géographes français, 91 (1), pp. 35–51.

Forestier J.C. (1908), Grandes Villes et Systèmes de Parcs. Hachette, Paris.

Kervadec T. (2012), Mettre en œuvre la Trame verte et bleue en milieu urbain. EDT, Centre de ressources du développement territorial.

Ministère de la Transition Ecologique (2021), Rapport – Sensibilisation et formation des élus locaux à l'approche paysagère. Ministère de la Transition Écologique, France.

Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires (2024), Stratégie française pour la Biodiversité. Enjeux, finalités, orientations. Gouvernement français.

Toublanc M., Bonin S. (2012), Planifier les trames vertes dans les aires urbaines: une alliance à trouver entre paysagisme et écologie. Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie, 3 (22), pp. 1–22.

Analisi del consumo di suolo litoraneo: una sperimentazione metodologica nella Regione Toscana

ISPRA (2014), Tematiche in Primo Piano – Annuario dei Dati Ambientali 2013. Report n. 48/2014, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Lagarias A., Stratigea A. (2023), Coastalization patterns in the Mediterranean: a spatiotemporal analysis of coastal urban sprawl in tourism destination areas. GeoJournal, pp. 2529–2552. https://doi.org/10.1007/s10708-022-10722-1

Nanni G., Venneri S., Minutolo A. (2023), Rapporto Spiagge. Legambiente, Roma.

Petri M., Terno G.A. (2024), Analisi del consumo di suolo litoraneo attraverso il ridisegno della linea di costa. Il caso della fascia costiera toscana. Tesi di laurea, Università degli Studi di Firenze.

Sahavacharin A., Sompongchaiyakul P., Thaitakoo D. (2022), The effects of land-based change on coastal ecosystems. Journal of Landscape and Ecological Engineering, pp. 351–366. https://doi.org/10.1007/s11355-022-00538-8

SNPA (2024), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Report ambientali SNPA, n. 43/2024.

Aspettative di consumo di suolo e valori fondiari e nell'alta pianura trevigiana

Agosta M., Schimmenti E., Di Franco C.P., Asciuto A. (2025), Agricultural Land Markets: A Systematic Literature Review on the Factors Affecting Land Prices. Land, 14, 978. https://doi.org/10.3390/land14050978

ARPAV (2008), Carta dei suoli della Provincia di Treviso.

Giuffrida L., De Salvo M., Manarin A., Vettoretto D., Tempesta T. (2023), Exploring farmland price determinants in Northern Italy using a spatial regression analysis. Aestimum, 83, pp. 3–20. https://doi.org/10.36253/aestim-14986

Shiller R.J. (2005), Irrational Exuberance. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Tempesta T. (2018), Appunti di estimo rurale. CLEUP, Padova.

Tempesta T., Foscolo I., Nardin N., Trentin G. (2021), Farmland value in the "Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore PGDO" area. An application of the Hedonic Pricing method. Aestimum, 78, pp. 5–33.

Il progetto Horizon EU Benchmarks nel contesto dell'analisi dei suoli urbani.

Vingiani S., Buonanno M., Coraggio S., D'Antonio A., De Mascellis R., Gennaro A., Iamarino M., Langella G., Manna P., Moretti P., et al. (2018), Soils of the Aversa plain (southern Italy). Journal of Maps, 14, pp. 312–320.

Zwetsloot M.J., van Leeuwen J.P., De Deyn G.B., Wall D.P., Creamer R.E. (2022), Soil biological indicators: A flexible selection tool for the inclusion of soil biology methods in the assessment of soil multifunctionality. Ecological Indicators, 134, 108543.

"Cambiare tutto per non cambiare niente": l'Italia verso l'obiettivo del No Net Land Take

Arcidiacono A., Di Simine D., Oliva F., Pareglio S., Pileri P., Salata S. (2011), Centro di Ricerca sui Consumi di Suolo – Rapporto 2010.

Commissione Europea – Direzione Generale della Ricerca e dell'Innovazione; Veerman C., Pinto Correia T., Bastioli C., et al. (2020), Caring for soil is caring for life. Ensure 75 % of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate: Report of the Mission Board for Soil Health and Food. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea.

Confedilizia (2025), Sempre più immobili ridotti in ruderi.

Eigenbrod F., Bell V.A., Davies H.N., Heinemeyer A., Armsworth P.R., Gaston K.J. (2011), The impact of projected increases in urbanization on ecosystem services. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 278 (1722), pp. 3201–3208.

Felli A., Zullo F. (2024), Legislative Foundations: Exploring Land Take Laws and Urban Regeneration Policies in Italy and Europe. Land, 13 (5), 713. https://doi.org/10.3390/land13050713

Ferzetti F. (2024), Il nodo gordiano della resistenza burocratica. Rivista Trimestrale di Scienza dell'Amministrazione, 1, pp. 1–26.

Mattarella B.G. (2020), Burocrazia «normativa»: il valore della legge e il ruolo dell'amministrazione. Analisi Giuridica dell'Economia, 19 (1), pp. 75–98.

Montaldi C. (2023), Consumo di suolo: un complesso quadro di politiche, definizioni e soglie. Territorio, 103, pp. 147–156. https://doi.org/10.3280/TR2023-103023

Pileri P., Maggi M. (2010), Sustainable planning? First results in land uptakes in rural, natural and protected areas: the Lombardia case study (Italy). Journal of Land Use Science, 5 (2), pp. 105–122. https://doi.org/10.1080/1747423X.2010.481078

Peng J., Tian L., Liu Y., Zhao M., Hu Y.N., Wu J. (2017), Ecosystem services response to urbanization in metropolitan areas: Thresholds identification. Science of the Total Environment, 607, pp. 706–714.

Romano B., Zullo F. (2014), Land urbanization in Central Italy: 50 years of evolution. Journal of Land Use Science, 9 (2), pp. 143–164.